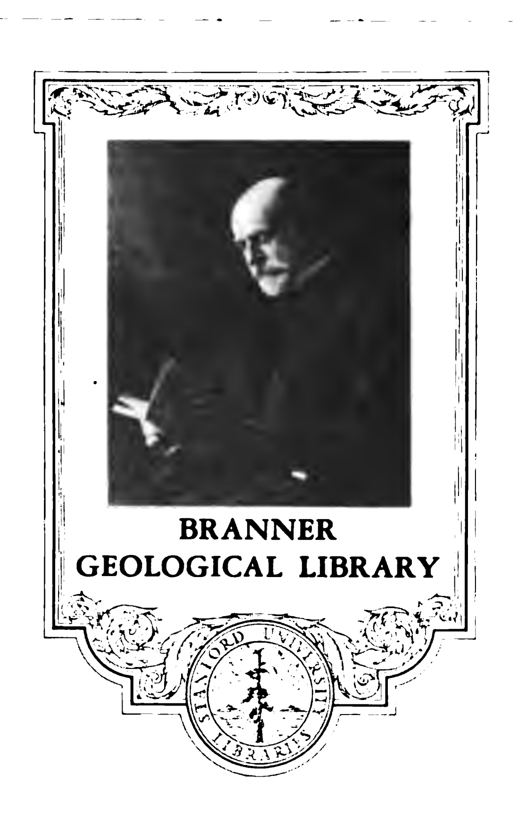
Schäfer, R.

Über die geologischen Verhältnisse des Karwendels in der Gegend von Hinterriss und um den Scharfreiter.


BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES

ÜBER DIE

GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE

DES

KARWENDELS

IN DER GEGEND

VON HINTERRISS UND UM DEN SCHARFREITER.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

K. LUDWIGS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

VORGELEGT VON

RUDOLF SCHÄFER

AUS MÜNCHEN.

MÜNCHEN 1888.

DRUCK VON H. KUTZNER

FÄRBERGRABEN.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung dem vom Zentralausschufs des deutschen und österreichischen Alpenvereins auf Anregung seines dermaligen Präsidenten, Herrn Prof. Dr. v. Zittel, gefafsten Beschlufs, das Karwendelgebirge geologisch zu untersuchen und die Ergebnisse dieser Untersuchung in einer geologischen Karte und deren wissenschaftlichen Erläuterung zum Ausdruck zu bringen.[1])

Zum Zwecke dieser Aufnahmen, welche Herr Prof. Dr. v. Zittel mit Rat und That unterstützte, und deren Leitung Herr Dr. Rothpletz übernommen hatte, wurde das Karwendelgebirge in mehrere Sektionen geteilt, deren eine mir zur Bearbeitung übertragen wurde.

Meine Aufnahmen umfassen das Gebiet, welches südlich begrenzt ist durch die steile Felsenmauer der Birkkarkette, die sich hinter Ahornboden, Ladiz, Laliders und der Eng erhebt; seine westliche Grenze bildet der Johannesthalbach und von dessen Einmündung in die Rifs die letztere selbst bis an die Isar bei Vorderrifs. Von hier verläuft die nördliche Grenze der Isar entlang bis Fall. Im Osten endlich wird die Grenze von Fall ab durch den Unterlauf der Dürrach gegeben bis zu der Stelle, wo sie den Kotzenbach aufnimmt, und verläuft dann in annähernd nord-südlicher Linie hinüber zum oberen Rifsthal, das sie bei der Karlalpe erreicht, von wo aus ihre Fortsetzung der Rifs entlang bis zur Hagelhütte folgt und dann durch's Engthal bei dessen hintersten Alphütten den Anschlufs an die zuerst genannte Steilwand im Süden erreicht.

Die Grundlage zu dieser Arbeit legte ich im Sommer 1887 während eines fast dreimonatlichen Aufenthalts in dem bezeichneten Gebiet, wobei Hinterrifs und Vorderrifs, Fall und Jagdhäuser im Bächenthal mir willkommene Standquartiere boten.

Zur Aufnahme wurden Photographien der Originalaufnahmen des österreichischen Generalstabs im Mafsstab 1 : 25000 und auf bayrischem Gebiet die Katasterblätter im Mafsstab 1 : 5000 benützt.

---

[1]) cf. Mitteilungen des deutschen und österreich. Alpenvereins f. 1887. No. 1 pag. 8. u. No. 23 pag. 275.

Reiche Förderung wurde meiner Arbeit von verschiedenen Seiten zu teil. Vor allem bin ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. v. Zittel, für die Unterstützung, die er mir während der Vorstudien und bei Ausführung dieser Arbeit angedeihen liefs, zu grofsem Dank verpflichtet. In gleicher Weise danke ich herzlich dem Herrn Dr. Rothpletz und den Bearbeitern der angrenzenden Gebiete, Herren Dr. Fraas, Dr. Reis und Dr. Jäckel für ihre schätzbaren Mitteilungen und anregenden Winke. Auch die einheimische Bevölkerung hat meine Untersuchungen mit grofsem Interesse verfolgt und denselben in jeder Weise Vorschub geleistet. Insbesondere sind es die Herren: Kubelka, k. k. Forstverwalter in Pertisau, Rieser herzogl. koburgischer Wildmeister in Hinterrifs, und Laurer, kgl. bayer. Oberförster in Vorderrifs, denen ich für hilfreiche Förderung warmen Dank schulde.

Mitteilungen über die geologischen Verhältnisse des Karwendels finden sich in verschiedenen Abhandlungen zerstreut, die jedoch meist gröfsere Gebiete umfassen. Einer der ersten, welche Beiträge zur Geologie dieser Gegend lieferten, ist wohl Heinrich Prinzinger, dem wir aus dem Jahre 1855 einige Mitteilungen über die südliche Hälfte des Gebietes verdanken. Ihm folgte im Jahre 1856 Prof. Pichler mit einer Abhandlung: „Zur Geognosie der nordöstlichen Kalkalpen Tirols". Seiner Arbeit ist auch eine geologische Karte beigegeben, auf welcher ein Teil des oben bezeichneten Gebietes zur Darstellung gelangte. In einer Reihe weiterer Publikationen hat dann Pichler noch wichtige Beiträge zur Kenntnis der Formationsglieder geliefert, welche am Aufbau der nördlichen Kalkalpen und speziell des Karwendelgebirges teilnehmen. Schätzenswerte Beiträge zur Geologie unseres Gebietes finden sich ferner in Richthofens Abhandlung: „Zur Geologie der nördlichen Kalkalpen."

In dem trefflichen Werke: „Geognostische Beschreibung des bayer. Alpengebirges und seines Vorlandes von C. W. v. Gümbel" hat der nördliche Teil des Karwendelgebirges eingehende Behandlung erfahren und auf Blatt III (Werdenfels) der geognostischen Karte von Bayern gelangte auch der nördliche Teil des Karwendels (mein Gebiet vollständig) zur Darstellung.

Im Auftrage der k. k. geolog. Reichsanstalt in Wien hat endlich Neumayr die geologischen Verhältnisse des Karwendels kartographisch zur Darstellung gebracht.

Aufserdem wurde bei vorliegender Arbeit noch eine Reihe anderer Arbeiten berücksichtigt, welche aus dem nachfolgend zusammengestellten Literaturverzeichnis ersehen werden können.

Literatur-Verzeichnis:

Ammon L. v.: Die Gasteropoden des Hauptdolomites und Plattenkalks der Alpen. München 1878.

Barth H. v.: Aus den nördlichen Kalkalpen. Gera 1874.

Böhm Aug.: Einteilung der Ostalpen. (Geographische Abhandlungen, herausgegeben von Prof. Dr. Albrecht Penk in Wien. Bd. I, Heft 3 1887.)

Clark, William B.: Über die geologischen Verhältnisse der Gegend nordwestlich vom Achensee. München 1887.

Dittmar v.: Die Zone der *Avicula contorta*. München 1864.

Gümbel C. W. v.: Geognostische Beschreibung des bayer. Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha 1861.

— —: Geognostische Karte des Königreichs Bayern, Blatt III, Werdenfels, Blatt IV, Miesbach.

Neumayr M.: Zur Kenntnis der Fauna des untersten Lias in den Nordalpen. (Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1879. Bd. VII, Heft 5.)

Pichler Adolf: Zur Geognosie der nordöstlichen Kalkalpen Tirols. (Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1856. S. 717 mit Karte.)

— —: Cardita-Schichten und Hauptdolomit. (Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1866.)

— —: Die Zone der *Ammonites planorbis* Nordtirols. (Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1869.)

— —: Beiträge zur Paläontologie Tirols. (Leonhard u. Geinitz, Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1871.)

— —: Aus der Trias der nördlichen Kalkalpen Tirols. (Leonhard und Geinitz, Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1875.)

— —: Vom Sonnenwendjoch. (Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt 1886.)

Prinzinger H.: Geologische Notizen aus der Umgebung des Salzbergwerkes zu Hall in Tirol. (Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1855.)

Richthofen F. v.: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol.
(1. Abteilung: Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1859.
2. Abteilung: Dasselbe Jahrbuch 1861/62 (mit einem Profil durch die Falken und den Scharfreiter.)

Wachner: Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias in den nordöstlichen Alpen.
(Beiträge zur Paläontologie Östreich-Ungarns.)

Walther W.: k. b. Oberlieutenant. Topische Geographie von Bayern. München 1844.

Topographischer Teil.*)

Der Bau des ganzen Karwendelgebirgs wird bekanntlich durch fünf von Westen nach Osten streichende Parallelketten charakterisiert. Es sind dies nach der Nomenclatur von A. Böhm („Einteilung der Ostalpen") in ihrer Aufeinanderfolge von Süd nach Nord:

1) **die Solsteinkette,**
2) **die Bettelwurfkette,**
3) **die Birkkarkette,**
4) **die Karwendelkette** und endlich
5) **das Risser Gebirge.**

Von diesen fünf Parallelketten nehmen am Aufbau des hier zu besprechenden Gebiets nur die drei nördlichen Anteil, nämlich: die Birkkarkette und auch diese nur insofern, als sie mit ihren, unübersteiglichen Felswänden im Süden die natürliche Grenze des Gebietes bildet, dann die Karwendelkette, welcher die beiden Falken und das Gamsjoch zuzurechnen sind, und endlich im Norden das Rifser Gebirge, zu dem der Scharfreiter, das Stier- und das Thorjoch sowie die Fleischbank gehören.

Der Name „Rifser Gebirge", der sich übrigens schon in Walther's topischer Geographie von Bayern, München 1844, findet, scheint mir nicht sehr glücklich gewählt und hat sich wohl deshalb bis jetzt auch noch nicht eingebürgert. Man versteht nämlich unter „Rifs" neben dem gleichnamigen Bach auch noch dessen gesamtes Flufsgebiet, also auch dessen südliche Quellthäler. So spricht man allgemein von den Falken, „die in der Rifs liegen."

Ich werde daher in vorliegender Arbeit statt „Rifser Gebirge" den Namen „Vordere Karwendelgruppe" gebrauchen, der wohl kaum zu einem Mifsverständnis Anlafs geben wird.

---

*) Die geologische Karte, auf welche ich in dieser Arbeit Bezug nehme, wird vom Central-Ausschufs des deutschen und österreichischen Alpenvereins herausgegeben und wird dieselbe noch Ende dieses Jahres erscheinen.

Die Birkkarkette, welche sich auf der südöstlichen Thalseite des bei Scharnitz in die Isar mündenden Karwendelthales erhebt, beginnt an der Pleisenspitze und verläuft bis zur Birkkarspitze direct west-östlich. Mit der letzteren nähert sie sich am meisten der nördlich vorgelagerten Karwendelkette, mit welcher sie auch durch einen zwischen Birkkarspitze und Grubenkarspitze sich erhebenden Bergrücken — „Hochalpe“ — verbunden ist, der Wasserscheide zwischen Karwendelthal und Johannesthal. Von der Birkkarspitze, der Grenze unseres Gebietes, an zieht dann die Birkkarkette in nordwest-südöstlicher Richtung weiter, bis sie mit der Mittagsspitze am Innthal endet. Längs der ganzen Südgrenze des Gebietes steigt über mächtigen Schutthalden diese Kette als geschlossene Mauer von 700 m. Höhe ohne Stufe und Absatz empor zu den Zinnen der Kaltwasserkarspitze, der Moserkarspitze, der Sonnenspitze, der Dreizinkenspitze u. s. w. — für den Alpenwanderer ein grofsartiger Anblick, dessen landschaftliche Reize noch erhöht werden durch den Gegensatz, welchen die am Fufse dieser starren Felsmauer gelegenen grünen Matten von Ladiz, Laliders, des hinteren Engthales bilden.

Während die Karwendelkette von Mittenwald bis nördlich von der Hochalpe in schmalem, geradem Zuge von West nach Ost sich erstreckt, ändert sich von der westlichen Grenze unseres Gebietes an dieses Verhältnis, indem hier von der Thorwand nach Norden Ausläufer (Stuhlkopf, Thorkopf) vorspringen, welche Querthäler wie Ronthal und Thorthal einschliefsen. Die bis dahin geschlossene Kette löst sich in ihrem weiteren Verlauf in einzelne Gruppen auf, welche durch die scharf eingeschnittenen Thäler des Johannes-, Laliderer- und des Engthales getrennt sind. Die einzelnen Gebirgsgruppen des Falken und des Gamsjoches erscheinen rechtwinklig zur Birkkarkette und sind mit dieser durch niedrige Sättel verbunden. Die relativ geringe Höhe dieser Sättel jedoch, sowie der geologische Bau dieser Querketten lassen diese Kämme nicht als Ausläufer der Birkkarkette betrachten, sondern sichern ihnen den Rang eines selbständigen Gebirgszuges, der als Fortsetzung der Karwendelkette aufgefafst werden mufs.

Zwischen Johannes- und Laliderertthal liegt das Massiv des Falken mit drei Culminationspunkten: dem östlichen oder Laliderer Falken, 2411 m, dem westlichen oder Rifser Falken, 2405 m, und südlich von beiden die Steinspitze, 2339 m. Zwischen Rifser- und Laliderer Falken befindet sich das grofse Falkenkar, welches sich gegen das Rifsthal öffnet. Der schmale Grat, der sich von der Steinspitze gegen die beiden Falken hinzieht, trennt das westlich gelegene Kar „Thalelekirch“ vom „Blausteigkar“ im Osten. Zwischen den Falken und der Birkkarkette liegt der Mahnkopf, 2093 m, und weiter südlich der Ladizkopf, 1915 m.

Vom Engthal wird das Laliderertthal getrennt durch das Gamsjoch, 2447 m, mit dem ihm nördlich vorgelagerten Rofskopf, 1998 m, und dem südlich an

das Gemsjoch anschliefsenden Gemsjöchl, 2173 m, nebst dem Gumpenkopf, dessen Abdachung an die Birkkarkette anstöfst.

Niedere Joche, unmittelbar vor der Steilwand der Birkkarkette gelegen, verbinden bequem die hintersten Teile der drei erwähnten Thäler: zwischen Johannesthal und Laliderertbal das Spielistjoch, 1761 m, zwischen Lalidererthal und Engthal das wenig höhere Hohljoch, 1790 m.

Auf der rechten Seite des Engthals erhebt sich über der Bärenwand das Sonnenjoch, dem sich nördlich Schaufel- und Bettelwurfspitze anschliefsen und jenseits derselben treffen wir ein viertes Querthal, das Falzthurnthal, das jedoch bereits zum Gebiet des Achensee's gehört. Auch hier kann man über den Grammais-Pafs, 1895 m, auf leichte Weise vom Engthal in's Falzthurnthal gelangen.

Bemerkenswert ist, dafs die drei schon erwähnten Thäler: Johannes-, Laliderer- und Engthal sich in ihrem obersten — südlichen — Teil kesselförmig erweitern. So bildet den hintersten Teil des Johannesthales der fast vollständig ebene „Ahornboden" nebst dem Thalkessel von Ladiz; das Lalidererthal erweitert sich im Süden zu einer ziemlich breiten, grasbewachsenen Ebene, welche Raum für die grofse Alpe „Lalider-Niederleger" bildet, und das Engthal findet mit dem ebenen, mit schönen Ahornen bewachsenen „Enger Boden" seinen Abschlufs. In ihren unteren Partien verengern sich die drei genannten Thäler beträchtlich, und das Johannes- und das Lalidererthal bilden bei ihrem Austritt in das Rifsthal sogar Klammen, eine Erscheinung, die wir auch an dem nächsten Thal im Westen, am Thorthal beobachten können, während eine Klammbildung im untern Engthal nicht stattfindet, was, wie später gezeigt werden soll, in den geologischen Verhältnissen seinen Grund hat.

Das obere Rifsthal zwischen Hagelhütte und Hinterrifs bildet die Grenze zwischen den südlich davon liegenden Bergen der Karwendelkette und den nördlich liegenden der vorderen Karwendelgruppe, eine Grenze, die sich orographisch und landschaftlich scharf ausdrückt. Eine wilde, grofsartige Gebirgswelt betreten wir südlich des Rifsbaches. Kühn ragen die Felsenzinnen mit ihren Scharten in die Lüfte; steil und schroff stürzen die lichtgrauen Wände ab, an welchen die Legföhre nur spärlich vorkommt. Ausgedehnte Schutt- und Trümmerhalden umsäumen den Fufs der Berge und erst hier reiht sich der Wald an. Grünen Oasen gleich liegen inmitten dieser starren Gebirgswelt der „Ahornboden" des Johannesthals, die Matten von Ladiz, die Alpgründe von Laliders und des „Enger Bodens", deren landschaftliche Schönheiten in H. v. Barth einen begeisterten Lobredner gefunden haben.

Anders ist der Charakter der Berge nördlich des Rifsbaches. Hier finden wir nicht mehr die scharfen Spitzen und schmalen Grate, welche den orographischen Verhältnissen so grofse Bestimmtheit verleihen, sondern mildere Bergformen

in mehr welligem Terrain. Die Starrheit und Oede der Felsmassen wird durch den Wald verdeckt, der bis hoch auf die Berge hinanreicht, und wo diesem die Natur eine Grenze setzt, tritt die Legföhre in grofser Menge auf, die Berge fast bis auf die höchsten Gipfel überkleidend. Der Wald wird allenthalben von grünen Matten unterbrochen, welche zahlreiche Almen hervorgerufen haben.

Diese reiche Abwechslung von Fels und Wald, dann die Abgeschiedenheit der Seitenthäler haben die Rifs zu einem der reichsten Jagdgebiete Tirols gemacht.

Die vordere Karwendelgruppe beginnt an der Schöttelkarspitze; sie zieht sich in der Richtung von West nach Ost über die Soiernspitze, Baierkarspitze und den Vorderskopf hin und erreicht mit dem Rifsbach unser Gebiet. Von hier ab kommt eine Teilung in zwei Parallelzüge zum Ausdruck, hervorgerufen durch die beide Züge trennenden Längsthäler des westlich fliefsenden Leckbaches und des östlich fliefsenden Ochsenthalbaches. Diese Thaleinschnitte scheiden das Gebirge in einen nördlichen Zug, bezeichnet durch die Erhebungen des Scharfreiter, 2099 m, des Baumgartenjoches, 1938 m, des Stier- und Thorjoches, 1911 m u. 1810 m, und in einen südlichen Zug mit Rofskopf, 1818 m, Fleischbankkopf, 2025 m, Grasbergjoch, 2015 m, Eiskönig, 1804 m, und Mondscheinspitze, 2104 m, als höchsten Erhebungen. Das Baumgartenjoch stellt in seiner südlichen Abdachung durch sattelförmige Einsenkungen (bei der Baumgartenalpe und bei Telps) eine Verbindung zwischen beiden Parallelzügen her. Über diese Einsattelung kann man auf leichte Weise aus dem Rifsthal ins Bächenthal gelangen.

Zahlreiche enge, tiefeingeschnittene Thäler mit grofser Neigung zur Bildung von Klammen gewähren den Wassern durch die Rifs und andrerseits durch die Dürrach den Abflufs in die Isar: so zwischen Moserkopf und Stuhlbachjoch der Stuhlbach, welcher unterhalb der Oswaldhütte in die Rifs mündet; desgleichen zwischen Scharfreiter und Stierjoch der Krotenbach — ein Abflufs des kleinen, am nördlichen Steilabsturz des Baumgartenjoches gelegenen Telps-See's, dessen Wasser in Caskaden tief hinab in's Krotenbachthal stürzen. Vom Westen her nimmt der Krotenbach noch den Mösnerbach und dann den Ödlbach auf, von welchen der erste aus der zwischen Lichteck und Brandeck befindlichen Einsattelung kommt, während der letzte zwischen Brandeck und Grammersberg verläuft. Der ziemlich wasserreiche Krotenbach — von der Einmündung des Ödlbaches ab auch „Wester-Dürrach" genannt — biegt hier aus der Süd-Nord-Richtung nach Osten um und mündet nach Passierung der Krotenbach-Klamm bei der Gschwenderalp in die Dürrach. Zwischen Kotzenberg und Lerchkogel endlich verläuft nördlich in die Dürrach der Kotzenbach.

Östlich von der Dürrach hört sodann diese Teilung des Gebirgs in zwei Züge auf, vielmehr biegt der südliche Zug mit der Seebergspitze um und ver-

läuft nun, die ganze Gruppe zum Abschlufs bringend, von Süd nach Nord. Als hauptsächlichste Erhebungen dieses letzteren Zuges seien hier Seebergspitze, 2072 m, Schreckspitze, 2012 m, Juifen, 1985 m, und Demeljoch, 1906 m, genannt.

Die Betrachtung der topographischen Verhältnisse hat uns gezeigt, dafs der Charakter des von West nach Ost laufenden Kettengebirges in der Karwendelkette ebenso wie in der vorderen Karwendelgruppe gegen Osten zu mehr und mehr verwischt ist, und dafs sich beide schliefslich in einzelne Gruppen auflösen.

Wie aus dem Folgenden ersichtlich werden wird, stehen diese topographischen Verhältnisse in innigster Wechselbeziehung zum geologischen Bau des ganzen Gebirges.

Geologischer Teil.

Am geologischen Aufbau unseres Gebietes beteiligen sich folgende Formationen und Formationsglieder:

Trias:	1.	Unterer Muschelkalk,
	2.	Oberer Muschelkalk,
	3.	Wettersteinkalk,
	4.	Raibler Schichten,
	5.	Hauptdolomit.
Räth:	6.	Plattenkalk,
	7.	Kössener Schichten.
Jura:	8.	Lias,
	9.	Aptychenkalke.
Kreide:	10.	Neocom.
Quartär.		

A. Trias.

Unterer Muschelkalk.

Bei der geologischen Aufnahme des Karwendelgebirges hat es sich als zweckmäfsig erwiesen, gewisse blauschwarze Kalke, mit welchen meist Rauhwacken von bedeutender Mächtigkeit wechsellagern, und welche das Liegende des eigentlichen alpinen Muschelkalkes bilden, als „Unteren Muschelkalk" von letzterem zu trennen und auch auf der Karte gesondert zu verzeichnen.

Die vorwaltenden Gesteine dieser Abteilung sind, wie schon erwähnt, dunkle Kalke und Dolomite; zu diesen gesellen sich noch dolomitische Rauhwacken in mächtiger Entwickelung, sowie stellenweise dünne Lagen buntgefärbter Mergel und Sandsteine.

Die blauschwarzen, meist bituminösen Kalksteine sind dünnplattig und fein zerklüftet. Ein feines Netzwerk von weifsen Kalkspathadern folgt diesen Kluftflächen, sie wieder verkittend. Infolge dessen sind diese Schichten der

Erosion in hohem Maſse zugänglich, und enge, tiefe Wasserrisse sind in diesen Gesteinen eine gewöhnliche Erscheinung. Übergänge verbinden diese Kalke mit Dolomiten, welche jedoch hellfarbiger sind; sie nehmen meist breccienartige, zellig-poröse Struktur an und gehen hiedurch in Rauhwacken über. An vielen Stellen treten die Kalke sehr zurück, so daſs dann der ganze Schichten-Complex vorwiegend aus Dolomiten und Rauhwacken besteht. Zwischen diese Schichten sind dann noch bisweilen bunte, meist grün oder violett gefärbte Mergel und manchmal auch dünne Lagen von Sandsteinen eingelagert.

In unmittelbarer Nachbarschaft unseres Gebietes, am Anstieg zum Plumser-Joch, sind diese Schichten durch die Führung von Gyps und Salz ausgezeichnet, eine Erscheinung, welche für das Verständnis der Rauhwackenbildung von Wichtigkeit ist. Wir dürfen nämlich die Rauhwacken nicht als Reibungsbreccien auffassen, wozu man vielleicht durch das Vorkommen der vielen Brüche und Verwerfungen, welche gerade diesen Schichtenkomplex betroffen haben, verführt werden könnte. Die Bildung der Rauhwacke dürfte vielmehr in erster Linie wohl durch einen Auslaugungsprozeſs bedingt worden sein, wodurch eine Volumen-Verminderung der Schichten und sodann eine Zusammendrückung der übrig gebliebenen unlöslichen Gesteinselemente erfolgte. Daſs Bruchlinien aber so häufig Komplexe von Rauhwacken durchsetzen, wäre dann nicht die Ursache zur Bildung der breccienartigen Rauhwacken, sondern vielmehr die Folge des geringen Widerstandes, den diese zellig-porösen Schichten zu leisten vermochten.

Versteinerungen sind im Unteren Muschelkalk unseres Gebietes recht selten und, soweit sie vorkommen, meist schlecht erhalten; doch ist durch das Vorkommen der

Natica Stannensis PICHLER
Myophoria costata ALBERTI
Pecten discites BRONN
Modiola sp. und
Gervillia sp.

— abgesehen von der Lagerung — die Zugehörigkeit dieser Abteilung zum Muschelkalk erwiesen.

Mächtigkeit. Eine genaue Bestimmung der Mächtigkeit des Unteren Muschelkalkes ist wegen der vielen Störungen und Zusammenfaltungen, die derselbe erfahren, mit groſsen Schwierigkeiten verbunden und auſserdem in unserem hier besprochenen Gebiete nicht möglich, da an keinem Punkte das Liegende aufgeschlossen ist. Am Mahnkopf läſst sich die bedeutende Mächtigkeit von über 500 m nachweisen, während dieselbe an andern Stellen, wie an der Gamsjochscharte nur zirka 150 m beträgt.

Verbreitung. Das Auftreten dieser Formation ist auf den südlichen Teil unseres Gebietes beschränkt, wo der Untere Muschelkalk in drei Komplexen

zu tage tritt: am Mahnkopf, an der Gamsjochscharte südlich vom Gamsjoch und endlich nördlich vom Gamsjoch zwischen diesem und dem Rofskopf.

Oberer Muschelkalk.

Der Obere Muschelkalk beginnt mit einem mächtigen Komplex von lichtgrauen, ziemlich versteinerungslosen Kalken, in denen nur einzelne Bänke durch die Führung von Crinoiden — *Encrinus gracilis,* BUCH — ausgezeichnet sind.

Die oberen Schichten dieser Ablagerung bestehen aus dunklen, blauschwarzen, zum Teil sehr kieselreichen Kalken, welche in dicken Bänken abgelagert wurden.

In den obersten Lagen des Muschelkalkes sind die Schichtflächen von unregelmäfsig geformten Wülsten und Vorsprüngen bedeckt, denen auf der nächsten Schichtfläche ebensolche Vertiefungen entsprechen. Dünne Lagen von Mergel sind zwischen diesen Schichten ausgebreitet und erleichtern ihre Trennbarkeit, was sonst bei dem gegenseitigen Ineinandergreifen der Schichten mit Schwierigkeiten verbunden wäre.

Aufserdem sind in den obersten Lagen auch noch Schichten grüner Sandsteine, die in Quarzit und Hornstein übergehen, eingelagert.

Der Obere Muschelkalk leistet der Einwirkung der Erosion infolge seiner Dichte und Härte in grofsem Mafse Widerstand und bildet in unserem Gebiete gemeinschaftlich mit dem Wettersteinkalk die höchsten Erhebungen am Falken und am Gamsjoch.

Die Schichtung ist an ihm wohl ausgeprägt, auch zeigt er oft Faltungen ohne Bruch in schöner Weise.

Versteinerungen waren in unserem Gebiete nicht allzuhäufig und die Unzugänglichkeiten des Terrains machten ein genaues Absammeln der Schichten gröfstenteils unmöglich. Günstiger waren die Verhältnisse in den Nachbargebieten, wo eine ganze Reihe sehr charakteristischer Versteinerungen gesammelt wurden, welche zugleich auch eine Gliederung in Horizonte gestattete. Dieselbe hat natürlich für unser Gebiet so ziemlich die gleiche Giltigkeit und hat folgendes ergeben:

Lichte massige Kalke mit
Encrinus gracilis BUCH.

Gasteropodenbänke mit undeutlichen Abdrücken von
Natica gregaria SCHLOTH.
Turbonilla cf. gracilior SCHAUROTH.
Rissoa cf. gregaria SCHLOTH.
Steinkerne von *Myophoria orbicularis* ALBERTI und
Gervillia cf. mytiloides SCHLOTH.

Brachiopoden-Horizont, zum Teil sehr reich an

Retzia trigonella SCHLOTH.
Coenothyris vulgaris SCHLOTH.
Spiriferina Mentzelii DUNKER
Rynchonella decurtata GIR.
Waldheimia angusta SCHLOTH.

und anderen typischen Muschelkalkformen.

Besonders ausgezeichnet sind hier Bänke mit einer gröfseren *Crinoiden*-Art, die wohl als

Encrinus liliiformis LAM.

anzusehen sein dürfte.

Cidariten-Horizont mit unbestimmbaren kleinen Stacheln.

Cephalopoden-Horizont mit

Orthoceras campanile MOJS.
Ptychites flexuosus MOJS.
Tyrolites sp.
Arcestes extralabiatus MOJS.
Balatonites cf. Ottonis BUCH.
Gymnites Palmai MOJS.
Monophyllites sphaerophyllus HAN.

und einigen anderen unbestimmbaren Muschelkalk-Arten.

Grüne quarzitische Gesteine und rote Kalke.

Die Mächtigkeit des Oberen Muschelkalkes möchte ich nicht über 120 m annehmen.

Verbreitung. Das Auftreten vom Oberen Muschelschalkalk ist in unserem Gebiete auf die Gruppe der Falken und des Gamsjoches beschränkt. Am Falken finden wir ihn in zwei Complexen: einmal an der Steinspitze und am Gipfel des östlichen Falken, und dann noch, discordant zu diesem ersten Complex gelagert, in einem zweiten, welcher von jenem durch eine Verwerfung getrennt ist. Ferner bildet er in concordanter Lagerung zum Unteren Muschelkalk das südliche Gehänge des Gamsjoches, sowie den schmalen, schartigen Grat des Gamsjöchels.

Wettersteinkalk.

Es ist in unserem Gebiet nicht möglich gewesen, specifisch ausgebildete Partnach- oder Cassianer-Schichten nachzuweisen, obgleich es nicht ausgeschlossen ist, dafs ein den Muschelkalk abschliefsender petrefaktenleerer Kalk als Repräsentant derselben betrachtet werden darf.

Der Wettersteinkalk, welchem nächst dem Hauptdolomit die gröfste Rolle beim Aufbau des Gebirges zukommt, ist wie dieser petrographisch am gleich-

förmigsten entwickelt. Er besteht aus dichten bis feinkörnigen, weifslich-gelben oder lichtgrauen Kalken, welche in dicken Bänken abgelagert sind; doch ist wegen der massigen Art der Ausbildung die Schichtung oft stark verwischt. Er ist ungemein widerstandsfähig und bietet wegen seiner dichten und massigen Ausbildung den zerstörenden Wirkungen der Gewässer nur wenig Angriffspunkte. Infolge dessen bildet er die schroffsten Erhebungen in unserem Gebiete und zeichnet sich durch die Kahlheit seiner Wände aus.

Versteinerungen. Besonders in den unteren Schichten des Wettersteinkalkes ist das massenhafte Auftreten von organischen Resten bemerkenswert, welche jedoch nur an der ausgewitterten Oberfläche sichtbar werden. Vor allem sind es Kalkalgen aus dem Geschlecht der Diploporen, welche das Gestein derart erfüllen, dafs man dasselbe wohl als phythogen bezeichnen kann. Trotz des massenhaften Auftretens ist es schwer, genaue Speciesunterschiede zu machen.

Im Allgemeinen überwiegt

Diplopora (Gyroporella) annulata SCHAFH.;

in den tiefen Schichten tritt eine sehr grofse Form auf und daneben eine kleinere, welche mit der PICHLER'schen *Gyroporella pauciforata* identisch sein dürfte.

Spuren von Cephalopoden, Brachiopoden und Gasteropoden sind nicht selten und konnten davon folgende Gattungen und Arten bestimmt werden:

Aulacoceras sp.
Arcestes sp.
Orthococeras sp.
Pinnacoceras sp.
Rhynchonella sp.
Chemnitzia Escheri HOERN.
Pecten subalternans D'ORB.
Corbis sp.
Megalodon sp.

Aufserdem fanden sich noch Überreste von

Crinoiden

vor.

In den höheren Schichten wird der Wettersteinkalk plattig und zeichnet sich wieder durch den Reichtum an

Diplopora (Gyroporella) annulata SCHAFH.

aus.

Mächtigkeit. Die Mächtigkeit des Wettersteinkalkes ist eine sehr beträchtliche und dürfte am Falken wohl 500 m überschreiten.

Verbreitung. Die Verbreitung des Wettersteinkalkes schliefst sich eng an jene des Oberen Muschelkalkes an. Er tritt, wenn wir vom Zug der Birkkarkette absehen, in einer Zone auf, welche nördlich vom Mahnkopf und vom

Gamsjöchel unser Gebiet in westlicher Richtung durchzieht und welcher die beiden Falken, dann das Gamsjoch und der Rofskopf angehören. Ferner befindet sich zwischen Steinspitze und Mahnkopf noch ein weiterer kleiner Complex von Wettersteinkalk rings von Muschelkalk umgeben.

Raibler Schichten.

Die Raibler Schichten schalten sich zwischen Hauptdolomit und Wettersteinkalk am Falken und Rofskopf ein. Sie sind von diesem wie von dem sie überlagernden Hauptdolomit durch gröfsere Mannigfaltigkeit in petrographischer Beziehung ausgezeichnet, da sie eine typische Mergelfacies, durchsetzt zwar von vielen Kalken und Sandsteinen, repräsentieren. Die Kalke sind von grauer Farbe, welche durch Verwitterung ins Gelbe übergeht, und zeigen häufige oolithische Strucktur.

Die feinkörnigen Sandsteine, welche besonders in den unteren Niveau's der Raibler Schichten vorkommen, sind dünnschieferig und wechseln häufig mit mergeligen Schichten. Im Hangenden, gegen den Hauptdolomit zu, treten an manchen Stellen poröse Rauhwacken auf, doch ist deren Mächtigkeit meist nur sehr gering und nicht zu vergleichen mit der massenhaften Entwickelung, welche dieselben im Unteren Muschelkalk erfahren haben.

Sämtliche Gesteine der Raibler Schichten besitzen gegen die zerstörenden Wirkungen des Wassers nur geringe Widerstandsfähigkeit. Deshalb kommen Steilabstürze und hohe Erhebungen im Bereich der Raibler Schichten nicht vor. Das Terrain ist vielmehr längs ihres Verlaufes abgeflacht und die Raibler Schichten machen sich infolge dessen schon aus der Ferne bemerkbar. Sie liefern einen Boden, welcher der Vegetation günstige Bedingungen bietet, und überall in unserem Gebiete tragen die Raibler Schichten noch üppigen Baumwuchs, der an der Grenze des Wettersteinkalkes dann sofort aufhört.

Versteinerungen. Die Ausbildung der Raibler Schichten ist in unserem Gebiet eine wenig typische und bietet weder in geologischer noch in paläontologischer Hinsicht etwas Bemerkenswertes. Mehrere charakteristische Raibler Species, wie

Cardita subcrenata GÜMB.
Corbis Mellingi HAU.
Ostrea montis caprilis KLIPST. und
Corbula Rosthorni BOUÉ

konnten, jedoch nur in schlechten Exemplaren, gesammelt werden.

Mächtigkeit. Die Mächtigkeit der Raibler Schichten nimmt in unserem Gebiete von Westen nach Osten ab. Sie beträgt am Falken und Rofskopf etwa 50 m.

Hauptdolomit.

Die ganze Schichtenreihe des Hauptdolomits ist ungemein gleichförmig ausgebildet und vollständig versteinerungsleer. Sie besteht aus gelblichgrauem bis dunkelgrauem, bisweilen auch lichtem Dolomit, welcher an manchen Stellen stark bituminös ist und dann dunklere Farbe zeigt. Er ist in dünnen Bänken von circa 1—3 dm Mächtigkeit abgelagert, doch ist diese Schichtung meist nur sehr undeutlich zu erkennen, da der Hauptdolomit ein ungemein kurzklüftiges Gestein ist, welches nach allen Richtungen von Sprüngen und Rissen durchsetzt ist, worauf dann meist wieder die einzelnen Stücke durch Kalkspath verkittet wurden. Aus diesem Grunde ist es ungemein schwer, aus dem Hauptdolomit ein annehmbares Handstück zu schlagen, meist erhält man eine Anzahl polyedrischer Klötze. Die vielen Risse haben zugleich für die Wirkung der Atmosphärilien den Weg geebnet. Überall sind enge Runzen und Wasserrisse im Hauptdolomit häufig und das Gestein wird durch die unausgesetzte Thätigkeit des Wassers ungemein brüchig. Defshalb kommen scharfe Spitzen und Zacken im Hauptdolomit wenig vor; die Berge, welche aus ihm bestehen, weisen mehr mildere Formen auf. Die Wasserrisse dagegen haben sich in engen Thälern mit überaus steilen, bisweilen senkrechten Wänden tief eingeschnitten und die Bildung von Klammen ist charakteristisch für den Hauptdolomit. So bildet der Johannesthalbach und der Lalidererbach vor ihrer Mündung in die Rifs Klammen und letztere selbst hat sich etwas oberhalb der Oswaldhütte tief und eng in den Dolomit eingeschnitten.

Der Gehalt an Bitumen ist im Hauptdolomit ein sehr wechselnder. Spuren von ihm sind eigentlich überall, wo man frische Bruchflächen hat, zu bemerken. Durch Einwirkung von Luft und Wasser geht jedoch der Gehalt an demselben verloren und das Gestein wird hiedurch zugleich gebleicht. So weist fast jedes aufgelesene Bruchstück beim Anschlagen im Innern einen je nach dem Gehalt an Bitumen mehr oder minder dunklen Kern auf, während die Farbe des Gesteins nach aufsen allmählich in ein lichtes Gelbgrau übergeht. In manchen Fällen reichert sich das Gestein in dünnen Lagen so stark mit Bitumen an, dafs es zur Ölgewinnung technisch verwertet werden kann, wie dies z. B. am Ölgraben westlich von Vorderrifs früher der Fall war. In unserem Gebiet ist ein solcher Reichtum an Bitumen nicht mehr zu beobachten, wenn auch an einzelnen Stellen, so z. B. im Krotenbachthal der Bitumengehalt in dünnen Lagen ein beträchtlicher wird.

Wegen der vielen Risse und Brüche besitzt der Hauptdolomit die Fähigkeit, sich unter Einwirkung des Gebirgsdruckes zu falten, in viel geringerem Grade, als z. B. die Plattenkalke oder die Jurakalke. Infolge dessen wurden auch kleinere Brüche und Verwerfungen, die besonders schön durch die spiegel-

glatten Rutschflächen zum Ausdruck kamen, häufig in der hier in Rede stehenden Schichtenreihe beobachtet.

Mächtigkeit. Die Mächtigkeit des Hauptdolomits abzumessen, würde ein unzuverlässiges Resultat ergeben, da die zahllosen Brüche und Verschiebungen in demselben nirgends ein durchgehendes, klares Profil erlauben; doch ist sie immerhin eine ganz bedeutende.

Verbreitung. Unter allen Formationsgliedern, welche am Aufbau unseres Gebietes teilnehmen, zeigt der Hauptdolomit die gröfste räumliche Verbreitung. Er tritt in zwei Arealen, im Norden und im mittleren Teile unseres Gebietes, auf. Der nördliche Verbreitungsbezirk umfafst die unteren Partien des Scharfreiter, das Stuhlbachjoch, den Grammersberg und Rofskopf, dann das Krotenbach- und Kotzenbachthal, sowie den gröfsten Teil des zwischen beiden gelegenen Kotzenberges. Der südliche Verbreitungsbezirk des Hauptdolomits erstreckt sich von Schlofs Hinterrifs zu beiden Seiten des Rifsbaches diesen hinauf und sodann über das Plumserjoch gegen den Achensee. Der Hauptdolomit nimmt hier überall rechts und links des Rifsbaches das Gehänge des Thales ein, ohne besondere Gipfelpunkte zu bilden.

B. Rhätische Formationen.

Plattenkalke und Kössener Schichten.

Die räthische Formation beginnt auf dem Hauptdolomit mit den Plattenkalken und es ist recht schwierig, eine scharfe Grenze zwischen Hauptdolomit und Plattenkalk zu ziehen, da die Gesteine beider Formationen manchmal einander so ähnlich sind, dafs nur die Untersuchung mittels Salzsäure eine Unterscheidung erlaubt.

Der Plattenkalk besteht aus gelbgrauen, meist aber dunkelgrauen, dichten Kalken, welche in dicken Bänken abgelagert sind und durch ihre plattige Absonderung die Schichtung in ausgezeichneter Weise erkennen lassen. Durch Lagerungsverhältnisse sind die Plattenkalke aufs innigste mit den Kössener Schichten verknüpft und beide Formationen scheinen sich in gewissen Fällen vertreten zu können. Auch finden sich einige für die Kössener Schichten typische Versteinerungen, wie die *Avicula contorta* PORTL., auch in den Plattenkalken, so dafs sich die Unterscheidung der letzteren von den Kössener Schichten mehr auf petrographische, als paläontologische Thatsachen stützt. Es wurden demgemäfs unter Plattenkalken jene Schichten zusammengefafst, welche vorwiegend aus Kalken bestehen und hievon die Gebilde mit vorwiegend mergelig-schieferiger Ausbildung als Kössener Schichten getrennt.

Die Plattenkalke besitzen, wie kaum eine andere der hier in Betracht kommenden Formationen, die Fähigkeit, all' die durch den Gebirgsdruck bedingten Faltungen in ausgezeichneter Weise mitzumachen, ohne dafs Brüche und Zerreifsungen in den Schichtensystemen entstehen.

Der Verwitterung und Erosion vermag das dichte Gestein in hohem Grade Widerstand zu leisten. So bilden die Plattenkalke im nördlichen Teil unseres Gebietes fast überall die höchsten Erhebungen.

Die chemische Zusammensetzung des Gesteins scheint nicht in allen Teilen die gleiche zu sein; denn einzelne Partien verwittern leichter als die daneben befindlichen und haben so häufig zur Bildung von Karrenfeldern Veranlassung gegeben.

Versteinerungen sind in den Plattenkalken nicht gerade selten, beschränken sich jedoch nur auf eine geringe Zahl von Arten und sind meist schlecht erhalten. Gute Fundstellen befinden sich namentlich im unteren Leckbach, sowie am Scharfreiter und bei der Mosenalpe. Die Versteinerungen stecken gewöhnlich so fest im Gestein, dafs sie sich nicht gut präparieren lassen und sind deshalb meist nur auf den Schichtflächen, wenn sie auswittern, zu erkennen. Die meisten von ihnen gehören zu den Gastropoden und Lamellibranchiaten; aufserdem wurden noch Korallen und einige schlecht erhaltene Fragmente von Brachiopoden beobachtet.

Sehr typisch sind in den Plattenkalken Bänke, erfüllt mit *Rissoa (Holopella) alpina* Guemb. Ferner sind an manchen Stellen Durchschnitte eines grofsen Gastropoden von Natica-artigem Aussehen häufig auf den Schichten zu beobachten, von denen im Soierngebiet von dem dortigen Bearbeiter Herrn Dr. Reis Stücke gefunden wurden, die sich aus dem Gestein herauspräparieren liefsen und eine Bestimmung ermöglichten.

Bei der Wichtigkeit dieser Gastropoden für unser Gebiet erscheint es mir nötig, näher auf einzelne hier vorkommende Arten einzugehen.

Der oben erwähnte Gastropod von Natica-artigem Aussehen hat sich bei näherer Untersuchung als eine neue, zur Gattung „*Naticopsis*", und zwar speziell zum Subgenus „*Trachydomia*", gehörige Art erwiesen. Sie ist in den Plattenkalken des Soiern und des Scharfreiter ziemlich häufig; namentlich sind Durchschnitte derselben auf den Schichtflächen oft zu beobachten. Gut erhaltene Exemplare jedoch, welche eine Bestimmung ermöglichen, wurden nur selten aufgefunden. Ich verdanke die besten Stücke der Freundlichkeit des Herrn Dr. Reis, welcher sie am Soiern auffand.

Naticopsis (Trachydomia) ornata n. sp.

Tafel I. Fig. 1—10.

Die Länge der Schnecke beträgt durchschnittlich 3,5 cm, ihr Durchmesser 3,0 cm.

Gehäuse ungenabelt (Fig. 9); Gewinde ziemlich niedrig, Mündung grofs, eiförmig (Fig. 1. 2. 4 u. 10); Anwachsstreifen schief zur Axe gerichtet (Fig. 10). Umgänge vier bis fünf (Fig. 3 u. 8), ihre Oberfläche von der Naht aus horizontal nach aufsen verlaufend, dann im rechten Winkel nach unten abfallend (Fig. 3a u. 7).

Auf der hiedurch entstehenden Kante in der Richtung der Anwachsstreifen gestreckte Anschwellungen — auf dem letzten Umgang etwa 14 —, welche unten in undeutliche Rippen verstreichen (Fig. 7. 8. 10).

In der Nähe der Mündung verlaufen über die Anschwellungen diesen gleich gerichtete, erhabene Linien — so auf der 5ten Anschwellung zwei, auf der 3ten Anschwellung drei solche Linien — (Fig. 6). Spindel abgeplattet mit zwei dem Aufsenrande parallelen Furchen (Fig. 3).

Von den sonst aus den rhätischen Schichten beschriebenen verwandten Natica-Arten, wie

Natica rhaetica GÜMB.

Natica Oppeli MOORE

unterscheidet sich unsere Art auf den ersten Blick.

Die Versteinerungen aus den Plattenkalken bei Hinterrifs zeichnen sich teilweise durch günstigen Erhaltungszustand aus, welcher eine Präparation ermöglichte.

So gelang es, an einem Exemplar von

Rissoa (Holopella) alpina GÜMB.

die Mündung freizulegen, wovon ich auf Tafel I Fig. 11a und b eine Abbildung in doppelter Gröfse gebe.

Ferner fanden sich auf demselben Gesteinsstück mehrere Exemplare einer neuen, wahrscheinlich zu *Turritella* gehörigen Art.

Turritella Zitteli n. sp.

Tafel I. Fig. 12.

Länge 6 mm. Durchmesser 3 mm. Gewindewinkel 40°.

Das zierliche Gehäuse besteht aus acht Umgängen. Die einzelnen Windungen tragen in der Mitte eine scharfe, fast rechtwinkelig vorspringende Kante, welche im Bereich der oberen Windungen zweigeteilt zu sein scheint.

Unmittelbar über der Naht befindet sich eine Spiralrippe.

Die Mündung ist leider nicht vollkommen erhalten.

Auf einem Gesteinsstück, das aus dem untern Leckbach stammt, fand sich neben *Rissoën* auch noch der Steinkern einer — wahrscheinlich zu *Solarium* — gehörigen Art (Tafel I. Fig. 13).

Leider ist aber der Erhaltungszustand dieses Exemplars zu ungünstig, als dafs sich das Stück mit Sicherheit bestimmen liefse.

Aufserdem wurden in den mittleren und oberen Etagen der Plattenkalke hin und wieder sehr grofse Megalodonten beobachtet, allerdings meist nur in Durchschnitten und fast nie ganz erhalten.

Im nördlichen Teil der vorderen Karwendelgruppe lassen die Plattenkalke auf Grund der aufgefundenen Versteinerungen eine Gliederung in gewisse Horizonte zu.

Im Liegenden gegen den Hauptdolomit haben wir Kalke mit Zwischenlagen von dünnem Mergel. Hierauf folgen helle, zum Teil dolomitische Kalke mit *Rissoën* und *Gervillia praecursor* QUEN., welche nach oben eine dunklere Farbe annehmen und Bruchstücke von Brachiopoden und Bivalven führen. Darüber liegt eine förmliche Muschelbreccie mit Überresten von

Naticopsis ornata n. sp. und
Megalodonten.

Bisweilen findet sich in ihr auch die

Cardita austriaca HAU.

Die Schichten, welche nun folgen, haben nur geringe Mächtigkeit, sind aber durch das Vorkommen der

Avicula contorta PORTL.

merkwürdig. Zugleich stellen sich aber über der *Avicula contorta*-Bank auch einige Schichten schieferiger Mergel ein, welche Reste einer Mya und schlecht erhaltene Gastropoden enthalten, eine Ausbildungsweise, welche wir schon den Kössener Schichten zuzählen müssen.

Gegen das Hangende zu folgen dann noch Bänke mit *Megalodonten* und *Naticopsis ornata*

Kössener Schichten. Wie schon bemerkt, ist die Grenze zwischen Kössener Schichten und Plattenkalken nur an wenigen Punkten scharf auseinander zu halten; meist gehen beide in einander über.

Die tiefsten Lagen der Kössener Schichten sind bezeichnet durch Lithodendronkalke, an manchen Punkten wie am Plätzboden im Bächenthale in einer Mächtigkeit von 7—8 m in typischer Weise ausgebildet. Doch ist die Facies nicht überall gleichmäfsig entwickelt und verwischt sich am Leckbach und im Süden vom Scharfreiter fast vollständig.

Es folgt nun die Mergelfacies der Kössener Schichten, gekennzeichnet durch rasches Wechsellagern von Mergeln und Kalkbänken. Letztere sind meist gekennzeichnet durch den bekannten staunenswerten Fossilreichtum. Die Art der Ausbildung wird gewöhnlich als schwäbische Facies bezeichnet und ist durch das Vorkommen von

Avicula contorta PORTL.
Gervillia inflata SCHAFH.

Cardita austriaca HAU.
Avicula Koessenensis HAU.
Rynchonella subrimosa SCHAFH.

charakterisiert.

Den Abschlufs der Kössener Schichten bilden die schwarzen Mergel mit
Choristoceras Marshi HAU.
und noch höher gelagert ein Horizont, der durch das Vorkommen der
Spirigera oxycolpos EMMR.
gekennzeichnet ist.

Die weichen mergeligen Schichten haben das Charakteristische, dafs sie das Wasser nicht durchlassen und infolge dessen sich sofort durch ihre sumpfige Beschaffenheit kennbar machen.

Der Reichtum an Quellen auf ihnen bietet günstige Verhältnisse für Almen, weshalb wir diese fast regelmäfsig auf den Kössener Schichten antreffen.

Verbreitung. Die rhätischen Schichten haben in unserem Gebiet eine ziemlich grofse Verbreitung. Sie finden sich am Ladizkopf und am Laliderer-Hochleger, dann nördlich der Rifs in zwei parallelen Zügen am Rofskopf, Fleischbankjoch, Grasbergjoch, dann am Leckbach, bei Telps, am Scharfreiter, Stier- und Thorjoch, wo namentlich die Plattenkalke bedeutende Ausdehnung nach Norden erlangen.

Die Mächtigkeit dieser Schichten kann da, wo sich die Plattenkalke von den Kössener Schichten trennen lassen, für erstere auf 200 m, für die Kössener Schichten auf 40—80 m angegeben werden.

C. Jura.

Lias und Jura.

Die Schichten des Lias, welche die rhätischen Formationen überlagern, beginnen zu unterst mit einigen Bänken dunkelgrauer Kalke, welche eine gröfste Mächtigkeit von circa 2 m besitzen und sich durch das Vorkommen von
Terebratula punctata DAVIDSON
Pecten textorius SCHLOTH.
Psiloceras
Gryphaea sp.
als dem untersten Lias zugehörig erweisen (Psilonoten- und Angulaten-Horizont).

Diese unteren Horizonte, welche in der Nähe von Hinterrifs zu beobachten sind, zeichnen sich in ihrem weiteren Verlauf nach Osten, namentlich am Pfonsjoch, durch Reichtum an Versteinerungen aus und haben durch NEUMAYR

und WÄHNER in ihren oben im Literatur-Verzeichnis citierten Schriften eingehende Bearbeitung erfahren.

Darauf folgen die intensiv rot gefärbten Adnether Kalke, in welche sich einzelne Mergellagen einschieben und welche an manchen Stellen, wie z. B. am Ladizkopf, eisenschüssige Thongeoden in grofser Menge enthalten. Diese Kalke haben unten einen Horizont, der Arieten führt, etwas höher oben folgen dann Crinoiden-Kalke und ganz zuletzt Schichten, die durch das Vorkommen von

A. (Harpoceras) radians SCHLOTH. und
Heterophyllen

ausgezeichnet sind und welche zum oberen Lias gehören.

Die Mächtigkeit der Adnether Kalke beträgt etwa 15 m.

Das Hangende des Lias bilden rote und buntgefleckte, sehr kieselreiche Kalke, welche in Hornsteine übergehen. Sie sind als dünnbankige Hornsteinbänke zu bezeichnen und können als ein Äquivalent des Dogger und unteren Malm betrachtet werden, besonders nach den Resultaten des Herrn DR. REIS, der in den Hornsteinbänken im Marmorgraben bei Mittenwald die Acanthicus-Zone sehr reich entwickelt fand.

In unserem Gebiet wurden Versteinerungen in diesem Schichtenkomplex, welcher in einer Mächtigkeit von 35—40 m auftritt, nicht beobachtet.

Darauf folgen dann die eigentlichen Aptychenkalke. Sie bestehen aus wohlgeschichteten Bänken lichter oder hellgrauer Kalke, welche vielfach von Kiesel- und Kalkspath-Adern durchzogen sind, wodurch das Gestein bisweilen ein marmorartiges Ansehen bekommt. Hie und da wird das Gestein dünnschieferig und bekommt dann oft so grofse Ähnlichkeit mit Neocomschiefern, dafs es schwierig von diesen zu unterscheiden ist.

Charakterisiert sind diese Schichten bekanntlich durch das Auftreten von Aptychen, wie

Aptychus punctatus VOLTZ,

welche auch in unserem Gebiete nicht selten sind; aufserdem fanden sich als Seltenheiten Perisphincten, die als

Perisphinctes eudichotomus ZITTEL
Perisphinctes micracanthus OPPEL

bestimmt werden konnten.

Die Mächtigkeit der Aptychenkalke beträgt etwa 200 m.

Lias- und Juraschichten besitzen grofse Widerstandsfähigkeit gegen die zerstörenden Wirkungen des Wassers, namentlich die harten Aptychenkalke haben durch Erosion nur wenig gelitten, so dafs sie nördlich der Rifs die höchsten Erhebungen (Baumgarten- und Schönalpen-Joch) nächst den Plattenkalken bilden.

In ihrer Verbreitung schliefsen sie sich auf's engste an die Kössener Schichten an. Südlich des Rifsbaches treffen wir Lias- und Juraschichten am

Ladizkopf, charakterisiert durch rote Hornsteinbänke, rote Adnether-Kalke mit Crinoiden und darunter eine Zone von grauen Mergeln mit eisenschüssigen Thongeoden. Die Fundstücke, welche an der Erzklamm gesammelt wurden, sind graue Kalke, erfüllt mit

Pecten textorius SCHLOTH.

und wohl dem unteren Lias zuzurechnen.

Östlich vom Gumpenkopf bei Lalider-Hochleger finden sich Ablagerungen von Crinoidenkalken und Hornsteinbänken; auch treten noch Aptychenschichten zu tage. Der Jura an der Ochsenhütte besteht aus stark geprefsten Hornsteinen und Aptychenschichten.

Nördlich vom Rifsbach treten die Schichten in zwei parallelen Zügen auf, deren südlicher sich von Schlofs Hinterrifs über den Rofskopf und das Schönalpenjoch gegen den Grasberg hinzieht, während der nördliche sich vom Leckbach über Telps und das Baumgartenjoch in das Bächenthal hinabsenkt.

D. Kreide.

Neocom.

Das Neocom ist als ein weicher, lichtgelbgrauer Mergelschiefer entwickelt, welcher in dünnen Platten spaltet.

Diese Schichten lassen das Wasser nur in geringem Mafse durch und haben so eine üppige Vegetation und zahlreiche Almen bedingt.

Den Einwirkungen des Wassers haben die weichen Schichten nur in geringem Mafse zu widerstehen vermocht; Bäche haben sich im Neocom häufig eingeschnitten und der Verlauf dieser Formation ist durch muldenförmige Einsattelung im Terrain bezeichnet.

Der untere Leckbach und die Brandau unweit Hinterrifs lieferte eine Reihe von Versteinerungen, wie

A. (Lytoceras) quadrisulcatus D'ORB.
A. (Lytoceras) cf. subfimbriatus D'ORB.
Ammonites rarifurcatus PICTET.
Aptychus Didayi COQU.
Inoceramus sp.

sowie schlecht erhaltene Überreste von

Terebratula Janitor. PICTET.

Im allgemeinen ist dieser Horizont eine für den paläontologischen Sammler unerquickliche Formation. Die Versteinerungen sind selten und meist nur wenig gut erhalten. Die tiefen Wasserrisse in der Brandau bieten noch die reichste Ausbeute.

Die Verbreitung ist eine geringe und beschränkt sich auf einen schmalen Zug, welcher sich durch die Brandau über die Baumgartenalpe nach Osten hinzieht, im Norden und Süden begrenzt von den Aptychen-Kalken.

Die Mächtigkeit der meist stark eingeklemmten und vielfach gestörten Schichten ist nicht mit Sicherheit nachzuweisen, zumal sie den innersten Teil einer Mulde bilden und sich infolge dessen symmetrisch aneinander legen, so dafs die Grenze nach oben nicht zuverläfsig zu bestimmen ist. Doch ist sie jedenfalls keine sehr beträchtliche.

E. Quartär.

Die quartären Bildungen sind teils zum Diluvium, teils zum Alluvium zu zählen. Eine scharfe Unterscheidung zwischen beiden ist jedoch recht schwierig, da die diluvialen Ablagerungen häufig durch alluviale Bildungen wieder umgeändert wurden.

Meist sind es Gerölle und Bergschutt, sämtlichen bisher betrachteten Formationen entstammend, welche die Thäler erfüllen. Sie zeigen bisweilen — wie unter der Karlalpe — eine Schichtung, die durch abwechselnde Lagen gröberer und feinerer Gerölle, zwischen welche sich Sand- und Thonlagen eingeschoben haben, bedingt ist.

Am mächtigsten werden diese Bildungen an der Einmündung der Seitenthäler in das Rifsthal. Immer ist es die von der Einmündung thalaufwärts gelegene Seite, wo die quartären Bildungen in ihrer gröfsten Mächtigkeit abgelagert wurden, weil hier durch Rückstauung die Wasser am wenigsten bewegt waren und somit die Ablagerung des Gesteinsdetritus am ruhigsten vor sich gehen konnte.

Grofse Verbreitung besitzt das Alluvium bei Vorderrifs, wo es die ganze Grammers-Au umfafst. Es ist dann längs des ganzen Verlaufs des Rifsbaches und auch in den gröfseren Seitenthälern überall anzutreffen.

Mächtige Schutt- und Trümmerhalden erfüllen die am Fufse der Birkkarkette gelegenen Thalkessel des Ahornboden, von Ladiz, Laliders und des Enger Boden.

Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen ist natürlich eine sehr verschiedene, an vielen Stellen nur eine unbedeutende, aber auch stellenweise eine sehr beträchtliche, wie z. B. an der Einmündung des Johannesthals in das Rifsthal, wo sie fast 100 m erreicht.

. Tektonischer Teil.

Alle Schichten, welche am Aufbau des hier zu betrachtenden Gebietes teilnehmen, haben — mit Ausnahme des Quartärs — seit ihrer Ablagerung bedeutende Niveau-Veränderungen erfahren, welche aufs innigste mit der Bildung des Gebirges zusammenhängen.

Zwei Elemente sind es hauptsächlich, welche den Gebirgsbau bedingen: in erster Linie *die Faltung* und in zweiter Linie, — nämlich dann, wenn die Gesteinsschichten sich nicht mehr zu biegen vermochten — *der Bruch und die Verwerfung*.

An letzter Stelle folgte dann noch die *erodierende Thätigkeit des Wassers*, welches erst, in manchen Fällen tektonisch gegebene Linien benützend, Thäler einschnitt, die scharfen Grate und Spitzen ausnagte und überhaupt dem Gebirge im Verein mit den beiden schon genannten Elementen die heutige Physiognomie aufprägte.

Die Verwerfungen zerfallen in *Längsverwerfungen* und *Querverwerfungen*, welche sich nicht nur durch ihre verschiedene Richtung im Gebirgssystem, sondern meist auch durch die verschiedene Art der Entstehung unterscheiden.

Die *Längsverwerfungen* unseres Gebietes haben dieselbe Ursache wie die Faltung, nämlich südnördlichen Druck. Nur wirkte hier der Druck in einer Weise, dafs ihm die Verschiebung der Gesteinsschichten nicht in gleichem Mafse zu folgen vermochte, dafs vielmehr die Falte senkrecht zur Druckrichtung, nämlich der Länge nach, barst und sodann die Schichten sich auf dieser Bruchfläche nach oben oder nach unten an einander verschoben, bis das Gleichgewicht im ganzen System wieder hergestellt war.

Die *Querverwerfungen* machen sich oberflächlich in Verzerrungen des Längszuges geltend, welche im allgemeinen eine südwestlich-nordöstliche Verschiebung zeigen. In Wirklichkeit aber sind sie durch das Absinken gewisser Teile der geborstenen Schichten bedingt, infolge dessen die abgesunkenen Schollen treppenförmig an einander lagern.

In dem hier in Rede stehenden Gebiete haben wir zwei durch die verschiedene Art der Entstehung charakterisierte Hauptteile: im Norden eine grofse Faltenmulde, an der alle Formationen vom Muschelkalk bis zum Neocom teilnehmen, und im Süden die Einsturzgebiete, welche auf der Bruchlinie gegen die Birkkarkette eingekeilt sind.

1. Die nördliche Faltenmulde.

Ein Blick auf die vom D. u. Ö. A. V. herausgegebene geologische Karte läfst erkennen, dafs nördlich vom Rifsthal zwischen diesem, dann den Höhen des Scharfreiter und des Thorjoches alle Formationsglieder von den Plattenkalken bis zum Neocom, mit Ausnahme des letzteren, sich symmetrisch wiederholen und ein Streichen von West nach Ost, also in der Hauptrichtung des Gebirges, zeigen. Das Einfallen sämtlicher Schichten beträgt 50—70° gegen Süden. Wir haben diesen Complex also als eine Mulde aufzufassen, deren Axe durch die Neocomschichten verläuft, (cf. Tafel I, Profil 1) und zwar, da beide Flügel, der südliche wie der nördliche, gleichmäfsig gegen Süden einfallen, als eine überkippte Mulde.

Auf der Strecke zwischen Schlofs Hinterrifs und der Mündung des Leckbaches in die Rifs wird die Mulde von letzterer durchbrochen; doch sind gerade hier durch Gehängeschutt und starke Bewachsung die Aufschlüsse nicht besonders deutlich. Steigt man jedoch vom Rifsthal aus quer über das Gebirge nördlich gegen das Baumgartenjoch, so finden wir zahlreiche gute Aufschlüsse, welche die Regelmäfsigkeit und Einfachheit der Mulde erkennen lassen.

Die einzelnen Formationsglieder haben den Einflüssen der Atmosphärilien in sehr verschiedenem Grade zu widerstehen vermocht. Am meisten wurden die weichen Neocom-Mergel durch Verwitterung und Erosion zersetzt und weggeführt, dann nächst diesen die Kössener Schichten; am wenigsten wurden die Plattenkalke und die Juraschichten verändert. So kommt es, dafs letztere die hohen Erhebungen des Fleischbankkopfes, des Schönalpenjoches und des Baumgartenjoches bilden, während längs des Verlaufes von Neocom und Kössener Schichten das Terrain Einsattelungen, wie an der Baumgartenalpe, dann bei Hölzelsthal-Hochleger zeigt (cf. Tafel I, Prof. 1).

Diesen Verhältnissen verdankt auch der östlich vom Scharfreiter am Fufse des Baumgartenjoches gelegene kleine Telps-See seine Entstehung (cf. Tafel I, Prof. 2). Derselbe befindet sich am nördlichen Rand der Mulde im Gebiete der Kössener Schichten und der Plattenkalke. Nach Osten gegen den Ochsenthalbach zu ist der Wasserabflufs durch Schutthalden, welche vom Baumgartenjoch gegen das Stierjoch sich hinziehen, gehemmt, und nach Norden zu haben die Schichtenköpfe des Plattenkalkes, welche hier ausstreichen, und über welche die Wasser des Telps-Sees zum Krotenbach hinabstürzen, die Anstauung bewirkt.

In der ganzen Gegend, welche die Mulde einnimmt, hat das Einfallen sämtlicher Schichten nach Süden verursacht, dafs auf der Nordseite der Berge, wo die Schichtenköpfe das Gehänge bilden, Steilabstürze häufig sind, während auf der Südseite das Gehänge sanfter ansteigt.

Die Mulde, welche sich durch das ganze Karwendelgebirge von Mittenwald bis gegen den Achensee hin verfolgen läfst, ist ganz im Westen bei Mittenwald noch unverhältnismäfsig schmal und eng zusammengedrückt, nimmt in ihrem Verlauf nach Osten mehr und mehr an Breite zu, biegt schliefslich in der Nähe des Achensees um und gewinnt gegen Norden bedeutend an Ausdehnung, da sie durch mehrere Bruchlinien auseinander geschoben ist.

In unserem Gebiete ist die Regelmäfsigkeit der Faltungsmulde nur wenig durch Bruchlinien gestört, und da dieselben mit den tektonischen Verhältnissen auch des Gebietes nördlich vom Scharfreiter und vom Stierjoch im innigen Zusammenhang stehen, sollen sie hiebei besprochen werden.

Während die Plattenkalke des südlichen Muldenflügels in schmalem Zuge von West nach Ost streichen, nehmen sie im Norden, wie die Karte zeigt, um den Scharfreiter, das Stier- und das Thorjoch bedeutende Komplexe ein. Da wo sie an die übrigen Schichten grenzen, welche an der Bildung der Mulde teil genommen haben, zeigen sie das gleiche Streichen und Einfallen, wie diese. Begeben wir uns jedoch von der Mulde nach Norden, steigen wir z. B. von der Pafshöhe zwischen dem oberen Leckbach (Lochgraben) und dem Telps-See hinauf auf den Gipfel des Scharfreiter, so finden wir, dafs die Schichten nach oben zu ein immer flacheres Einfallen zeigen, bis sie endlich auf dem Gipfel fast horizontal liegen. Von hier biegen sie dann um und fallen nach Norden ein, sodafs wir immer auf den Schichtflächen nördlich zum Kälbereck und hinunter zur Mosenalpe gelangen können. Dieselben Verhältnisse treffen wir, wenn wir auf dem östlich vom Scharfreiter vorspringenden Grat uns über das obere zum unteren Lichteck begeben. So ist der Scharfreiter durch eine Falte von Plattenkalken gebildet, die in ihrem Innern durch das zwischen Lichteck und Kälbereck befindliche Scharfreiterkar zum grofsen Teil in günstigster Weise blosgelegt ist. C. W. v. Gümbel hat in seinem Werke: „Geognostische Beschreibung des bayer. Alpengebirges und seines Vorlandes“ auf Tafel XV, Fig. 106 hievon eine Abbildung gegeben, auf welche ich hier verweisen möchte. Auf der hinteren Wand unter dem Gipfel des Scharfreiter sieht man auf die Schichtenköpfe der hier fast horizontal gelagerten Schichten, während an den beiden Flanken rechts und links des Kares wahrzunehmen ist, wie das Einfallen der Schichten immer steiler wird, und beim Lichteck und oberen Kälbereck sieht man direkt auf die Schichtflächen.

Nach Norden ist das Scharfreiterkar durch eine niedrige Barrière, die vom Mosenkopf kommend sich nördlich der Mosenalpe erhebt und bis zum

untern Lichteck hinzieht, abgeschlossen. Die Schichten streichen auch hier von West nach Ost und fallen auf ihrer Südseite nach Süden, auf der Nordseite nach Norden ein. Gegen den Mosenkopf zu geht das Streichen der Schichten aus der Ost-West-Richtung in die Südost-Nordwest-Richtung über; das Fallen der Schichten ist am Südwestgehänge des Mosenkopfes ein südwestliches, auf seinem Gipfel liegen sie fast horizontal und im Norden gegen den Stuhlbach zu fallen sie nach Nord-nord-west ein. An die Falte des Scharfreiter schliefst sich demnach eine zweite Aufbiegung der Plattenkalke an, welche sich vom Mosenkopf gegen das untere Lichteck erstreckt.

Noch weiter nördlich bei der Wiesalpe und hinauf gegen den Graskopf hat nochmals eine Aufbiegung der Plattenkalke stattgefunden; sie streichen ost-westlich mit sehr steilem Einfallen nach Süden. Diese letzte Aufbiegung gelangt auf Tafel I Prof. 1 nicht zum Ausdruck, da die Profillinie etwas weiter westlich, gegen das Stuhlbachjoch zu, gelegt wurde, um die unten näher zu beschreibende Verwerfung gegen den Hauptdolomit zur Darstellung bringen zu können.

In der Mulde endlich, welche die Schichten zwischen Mosenkopf und Graskopf gebildet haben und durch welche der Stuhlbach abfliefst, liegen über den Plattenkalken noch Kössener Schichten. Dieselben sind stark zusammengeprefst und vielfach lokal gefaltet, so dafs sich fortwährend das Streichen und Fallen ändert und daher die Ermittelung der mittleren Streichrichtung (N.N.W.—S.S.O.) sehr erschwert war.

Dieser den Scharfreiter, Mosenkopf und Graskopf umfassende Complex, in welchem die Plattenkalke zu zwei vollständigen Sätteln gefaltet sind, denen sich gegen den Graskopf noch eine Aufbiegung derselben anschliefst, ist nach Nordwesten und Südosten durch zwei Querverwerfungen vom Hauptdolomit des Stuhlbachjoches, beziehungsweise von den jüngeren Schichten am Telps-See und dem Baumgartenjoch getrennt.

Beide Verwerfungen verlaufen von Südwest nach Nordost. Es ist das die Richtung, welche bis westlich nach Mittenwald unter den Querverwerfungen die vorherrschende ist, während weiter nach Osten diese Richtung allmählich in die Südost-Nordwest-Richtung übergeht.

Charakteristisch für alle Querverwerfungen in der vorderen Karwendelgruppe (Rifser-Gebirge) ist auch der Umstand, dafs jedesmal oberflächlich sich der westlich der Verwerfungslinie gelegene Complex gegen den östlichen nach Süden verschoben zeigt. Dies ist darauf zurückzuführen, dafs an der Verwerfungslinie die östlichen Schollen an den westlichen abgesunken sind, was sich bei der schiefen Lagerung der Schichten kartographisch als eine Verschiebung der Complexe von Süd nach Nord kundgeben mufs.

Diese Tendenz zu einer scheinbaren Verschiebung der Gesteinsschichten nach Süden infolge des Abbruches der östlichen Teile ist nicht nur auf unser

Gebiet im Karwendel beschränkt, sondern läfst sich auch in den benachbarten Gebirgen im Osten und Westen, in der Rofan-Gruppe und im Wettersteingebirge verfolgen, wie aus C. W. v. GÜMBELS geognostischer Karte der bayerischen Alpen und zwar auf Blatt III (Werdenfels) und Blatt IV (Miesbach) ersichtlich ist.

Wenden wir uns nach diesen allgemeinen Bemerkungen wieder zu den beiden Verwerfungen nördlich und südlich vom Scharfreiter. Die nördliche von ihnen verläuft westlich von unserem Gebiete im Thal des Fermansbaches, das ihr wohl seine Entstehung verdankt, und hat daselbst in den Schichten der Mulde die bereits erwähnten Verschiebungen nach Süden im Gefolge. In der Nähe der Oswaldhütte erreicht sie unser Gebiet und setzt unter Beibehaltung ihrer bisherigen Südwest-Nordost-Richtung sich gegen den Graskopf fort. Hiebei scheidet sie die Plattenkalke des Mosenkopfes und des Graskopfes nebst den dazwischen gelagerten Kössener Schichten des oberen Stuhlbaches von dem Hauptdolomit, welcher die Höhen nördlich hievon bildet. (Tafel I Prof. 1.) Nordöstlich vom Graskopf verläuft die Verwerfungslinie ausschliefslich im Hauptdolomit, und von hier aus läfst sich ihre Richtung dann wegen der zahllosen Klüfte und Brüche, welche überall den Hauptdolomit durchsetzen, nicht mehr genau bestimmen.

Die zweite Verwerfung südlich vom Scharfreiter nimmt ihre Richtung im Lauf des oberen Leckbaches (od. Lochgrabens) aufwärts, zieht sich dann hinüber über den Pafs zwischen Scharfreiter und Baumgartenjoch (cf. Tafel I Prof. 1), sodann westlich am Telps-See vorbei und hinab gegen das Krotenbachthal. Da sich längs ihr der Lochgraben tief eingeschnitten hat, so ist sie vorzüglich aufgeschlossen. Auch an ihr sind, wie aus der Karte ersichtlich, die Schichten nach Süden abgesunken. So treffen wir von den Liasschichten, welche im Lochgraben in 1320 m Höhe an Hauptdolomit grenzen, die Fortsetzung weiter südlich und circa 400 m tiefer an der Einmündung des Leckbaches in die Rifs.

Ferner sind die Schichten, hauptsächlich Lias und Aptychenkalke an der Verwerfungslinie stark zusammengeprefst und gefaltet. Auf Tafel I, Fig. 3 habe ich eine Abbildung gegeben von der Stelle, an welcher der Reitweg, der hinauf gegen das Baumgartenjoch führt, den oberen Leckbach, (Lochgraben) überschreitet. Das Bett desselben verläuft hier im Hauptdolomit, hart an der Verwerfungslinie neben Jurakalken, welch' letztere sehr schöne Faltung zeigen. Diese lokalen Schichtenbiegungen nahe an Verwerfungsspalten sind auch sonst noch öfter zu beobachten. Je weiter wir uns von der Verwerfungslinie entfernen, desto seltener treffen wir derartige lokale Faltungen an, das Einfallen der Schichten wird vielmehr wieder ein regelmäfsiges und constantes.

Auch östlich vom Scharfreiter, am Stier- und Thorjoch, breiten sich die Plattenkalke noch weit nach Norden aus. Nur ist es hier nicht mehr zu vollständigen Faltungen gekommen, sondern die Schichten, welche da, wo sie

die Kössener Schichten der Mulde unterteufen, ziemlich steil nach Süden einfallen, zeigen weiter nördlich bedeutend geringere Neigung und biegen hiedurch zugleich weit gegen Kotzenberg und Lerchkogel vor. Im Osten gegen das Dürrachthal zu sind sie durch eine kleine Verwerfung vom Hauptdolomit getrennt. Westlich dieser Verwerfung, welche sich von Nord nach Süd erstreckt und welche den Baumgartenbach an der Mündung des Eiskönigbaches überschreitet, ist ebenfalls das ganze Schichtensystem um weniges nach Süden verschoben worden.

Die nochmalige Aufbiegung und in manchen Fällen sich wiederholende Faltung der Schichten nördlich der Mulde, welche hauptsächlich in den Plattenkalken schön zum Ausdruck kommt, da diese in hervorragendem Mafse die Fähigkeit besitzen sich in Falten zu legen, ist auch im ganzen westlichen Teil der vorderen Karwendelgruppe zu beobachten. So haben in den Plattenkalken des Soiernkessels ganz ähnliche Falten- und Muldenbildungen, wie am Scharfreiter und am Mosenkopf stattgefunden und haben hier zur Bildung der Soiern-Seen Veranlassung gegeben. Am Vorderskopf hingegen treffen wir analoge Verhältnisse wie am Stierjoch. Hier biegen nämlich die Plattenkalke, welche am südlichen Gehänge des Berges noch steil nach Süden einfallen, gegen den Gipfel zu mehr und mehr um, liegen oben auf dem Vorderskopf horizontal und nehmen so, weit nach Norden vorspringend, die ganze obere Partie des Berges ein.

Das tiefe Längsthal, welches die Rifs von der Hagelhütte bis Hinterrifs bildet, trennt zwar topographisch das vordere Karwendelgebirge von den schroffen Höhen des Falken und Gamsjoches, vom geologischen Gesichtspunkt jedoch ist die tektonische Bedeutung des Rifsthales eine äufserst geringe und mufs mehr als ein reines Erosionsthal betrachtet werden, dem vielleicht ursprünglich Verwerfungen zu Grunde lagen, die jedoch von keinen gröfseren Verschiebungen begleitet waren.

Wir hatten in dem das Rifsthal nördlich begrenzenden Höhenzug (Rofskopf-Grasberg) den überkippten südlichen Flügel der grofsen Faltenmulde, und zwar so, dafs die über den Plattenkalken lagernden Schichten des Hauptdolomits die Abstürze zum Rifsbach bilden. Auf der südlichen Seite des Rifsthals haben wir denselben Hauptdolomit mit nahezu demselben Streichen und Einfallen (N. 70° W), sodafs von einer gröfseren Störung vollständig abgesehen werden mufs.

Der Hauptdolomit wird seinem überkippten Schichtensystem gemäfs normal von Raibler Schichten überlagert, welche sich als schmales, aber deutlich erkennbares Band an der oberen Waldgrenze des Falken und Rofskopfes hinziehen und nicht weniger schön im Westen am Stuhlkopf und Thorkopf sich entwickelt finden (cf. Tafel II, Fig. 2 u. 3).

In kühnen, starren Bergformen strebt der mächtig entwickelte Wettersteinkalk über den Raibler Schichten an und bildet die unzugänglichen Kare am Falken und Rofskopf.

Bei der massigen Ausbildung des Wettersteinkalkes ist es nicht leicht, ein sicheres Streichen und Fallen abzunehmen, doch ist im grofsen Ganzen das Streichen noch dasselbe, wie in den vorgelagerten Schichten. Das Einfallen nimmt dagegen im Innern mehr gegen Süden an Steilheit zu.

An den höchsten Spitzen des östlichen Falken kann man die Grenze zwischen Wettersteinkalk und Muschelkalk beobachten. Letzterer lagert auf dem Wettersteinkalk und darf deshalb noch in die grofse Faltenmulde hereingezogen werden. Er bildet die ganze Steinspitze und streicht daselbst von Ost nach West. Unten im Laliderertbal fallen die Schichten mit 70° nach Süden ein. Weiter oben biegen sie sodann nach Norden vor, haben infolge dessen flacheres Einfallen und bilden den Gipfel des östlichen Falken, sowie den Ostrand des oberen Falkenkares. Das an der Seite gegen das Laliderer Thal zu hoch oben zwischen Steinspitz und östlichem Falken gelegene Blausteigkar hat seinen Namen jedenfalls von dem Band grüner und violetter Hornsteine, welche den Schichten des obersten Muschelkalkes eingelagert sind und welche das Kar durchziehen.

Auch am Gamsjoch lagert sich über den Wettersteinkalk noch oberer und unterer Muschelkalk, das ganze Südgehänge des Berges bis zum Gumpenkar bildend.

Südlich der Steinspitze und der gut ausgebildeten Erzklamm ist dieses mächtige Faltensystem durch eine Bruchlinie scharf abgeschnitten, welche sich nach Osten über die Gruppe des Gamsjoches durch das zwischen Gamsjoch und Gamsjöchel befindliche Gumpenkar hinzieht.

Werfen wir noch einen kurzen Rückblick auf den bisher betrachteten Schichtenkomplex, so haben wir darin eine mächtige Faltenmulde erkannt, deren südlicher Flügel überkippt ist und an dem sämtliche Schichten vom unteren Muschelkalk bis zum Neocom zu tage treten, während der nördliche normal gelagerte Flügel sich rasch in Wellenlinien verflacht und dadurch nur die obersten Schichten bis zum Hauptdolomit abwärts zu tage treten läfst.

2. Die südlichen Einsturzgebiete.

Die scharfen Verwerfungen, welche die nördliche Kette von der südlichen trennen, waren begleitet durch mehr oder minder differenzierte Einbruchsgebiete. Diese lassen sich in der Hauptsache dahin charakterisieren, dafs wir jüngere Formationen in discordanter und unregelmäfsiger Lagerung zwischen die älteren Formationen eingekeilt finden. Das Verwerfungsgebiet erstreckt sich vom Brunn-

steinkopf bei Scharnitz ab, dem Karwendelthal nach Osten folgend zur Hochalpe und dann zwischen Falken und Gamsjoch und der Birkkarkette hindurch und hat schliefslich im östlichen Teil einen ganz complizierten Aufbau der Gebirgsketten im Gefolge.

In diesem Verwerfungsgebiet haben wir in der Hauptsache zwei Gebiete auseinander zu halten, eines im Süden mit offenbar verstürzten jüngeren Formationen und ein zweites im Norden, wo ältere Formationen zu tage treten. Diese beiden Gebiete sind durch scharfe Bruchlinien von einander getrennt, die sich in ausgezeichneter Weise charakterisieren, sodafs der eigentliche Abbruch der grofsen Faltenmulde im Norden und dagegen jener der Birkkarkette im Süden in ein System von Verwerfungen sich auflöst. Schon vor dem Abschlufs der nördlichen Faltenmulde finden wir an der Steinspitze und am Gamsjoch den Muschelkalk, der noch zum überkippten Flügel der äufseren Mulde zu zählen ist, ganz bedeutend verworfen, sodafs es dahin gestellt bleiben kann, ob z. B. der zwischen Mahnkopf und Steinspitze zu tage tretende Klotz von Wettersteinkalk, welchen oberer Muschelkalk unterlagert, (cf. Tafel II Fig. 2) den Einsturzgebieten zuzurechnen ist, oder ob er noch mit dem Muschelkalk und Wettersteinkalk des Falken in Verbindung zu bringen ist.

Dasselbe Verhältnis treffen wir in der Gruppe des Gamsjoches, wo eine von Südwest nach Nordost quer durchsetzende Verwerfung den Muschelkalk und Wettersteinkalk des Gamsjoches abtrennt vom Wettersteinkalk des Rofskopfes, welcher entschieden in die nördliche Faltenmulde zu zählen ist. (cf. Taf. II Fig. 3.)

An diese Ausläufer der nördlichen Mulde, wenn wir dieses Gebiet so auffassen wollen, schliefst sich zunächst im Süden ein Gebiet von Muschelkalk an, der durch seine Lagerung mit Sicherheit vom Muschelkalk und Wettersteinkalk des Muldengebietes zu trennen ist.

In der Gruppe der beiden Falken ist es der Mahnkopf, welcher aus unterem Muschelkalk mit einem Streichen von Nord nach Süd und flachem (20°) Fallen nach Westen zusammengesetzt ist. (cf. Taf. II Fig. 2.) Diesem Gebiet in der Falkengruppe entspricht in der Gamsjochgruppe der Höhenzug des Gamsjöchels, welcher aus oberem Muschelkalk aufgebaut ist. Die Schichten haben hier ebenfalls nord-südliche Streichrichtung (N. 10° O) und fallen flach nach Westen. (cf. Taf. II Fig. 3.)

Eine merkwürdige Erscheinung sind die auf der Bruchlinie zwischen dem Muschelkalk des nördlichen Faltensystems und diesem Complexe eingekeilten Trümmer von jüngeren Formationsgliedern, wodurch die Bruchlinie in ausgezeichneter Weise sich charakterisiert.

So fanden sich schon beim Anstieg aus der Eng durch das zwischen Gamsjoch und Gamsjöchel gelegene Gumpenkar Trümmergesteine von Jura- und Kössener-Schichten zwischen den ringsum anstehenden Muschelkalk-Bänken

und westlich der Gamsjochscharte treffen wir eine kleine, aber scharf ausgeprägte Ablagerung von Kössener- und Juraschichten. Sie liefern durch das Führen von Wasser die Existenzbedingung für die hoch oben am Grat gelegene Ochsenhütte. Die Schichten sind stark zerknittert und verbogen und zeigen im Grofsen und Ganzen ein Streichen von West nach Ost der Bruchlinie entlang.

Auf der Karte und auch auf Tafel II Fig. 3 mufsten diese Verhältnisse übertrieben werden, wenn sie überhaupt zur Darstellung gebracht werden wollten. Die Profillinie auf Taf. II in Fig. 3 verläuft eigentlich weiter östlich und es sind die in Rede stehenden eingebrochenen Juraschichten daher nur schematisch angedeutet. Auf Taf. I Fig. 4 sind die Verhältnisse in gröfserem Mafsstabe nochmals abgebildet.

Einzelne Fundstücke von Liaskalken mit *Pecten textorius* und *Gryphaea*, welche ich an der Mündung der Erzklamm in das Johannesthal fand, scheinen darauf hinzuweisen, dafs auch in der Gruppe des Falken auf derselben Verwerfungslinie ganz ähnliche Erscheinungen zu tage treten. Die Unzugänglichkeit des Terrains macht es leider unmöglich, über das Anstehen dieser Fundstücke sich Gewifsheit zu verschaffen.

Ganz analog diesen eingekeilten jüngeren Formationen an der Ochsenhütte sind die gröfseren Komplexe am Ladizkopf und Hohljoch aufzufassen.

Am Ladizkopf (Tafel II, Fig. 2) finden wir durch eine scharfe Bruchlinie vom Unteren Muschelkalk des Mahnkopfes getrennt: Jura, Lias und Kössener-Schichten normal auf einander gelagert. Dieselben streichen im allgemeinen in nord-südlicher Richtung (N 15° W), biegen jedoch in der Nähe des Mahnkopfes nach Westen um (N 70° W); das Einfallen beträgt 40° nach Westen, beziehungsweise Südwesten.

Versuchen wir, den Ladizkopf in Beziehung zu bringen einerseits mit dem Unteren Muschelkalk des Mahnkopfes und der nördlichen Mulde, andererseits mit dem Wettersteinkalk und Muschelkalk der Birkkarkette im Süden, so müssen wir ihn als ein in die Bruchlinie zwischen beiden eingekeiltes System jüngerer Schichten auffassen, welches durch diese geschützte Lage der Erosion Widerstand zu leisten vermochte.

Die Verhältnisse in dieser Gruppe sind besonders klar, weil die Verwerfungen alle parallel der Hauptrichtung des Gebirgs von West nach Ost verlaufen.

In der Gruppe des Gamsjoches ist das Gebiet des Hohljoches und Lalider-Hochleger (Tafel II, Fig. 3) gebildet durch gröfsere Komplexe jüngerer Schichten, nämlich Jura, Lias und Kössener-Schichten. Dieselben streichen von Nord nach Süd und fallen flach nach Westen.

Dieser Komplex, dessen Analogie mit dem des Ladizkopfes sofort in die Augen springt, gewinnt namentlich im Osten — am Lamsenjoch, bei Binsalpe und Grammais — bedeutend an Ausdehnung.

Der Höhenzug des Gamsjöchels selbst bis zum Pafs des Hohljoches, also bis nahezu direkt an die Mauer der Birkkarkette, besteht nicht, wie wir erwarten sollten, aus jüngern Formationen, sondern im Gegenteil aus Oberem Muschelkalk.

Wollen wir dieses Gebiet in Analogie mit dem der Falkengruppe bringen, so müssen wir es mit dem des Mahnkopfes zusammenstellen. Dieselbe Verwerfungslinie, welche südlich vom Mahnkopf parallel der Hauptrichtung des Gebirges (O—W) verläuft, ist hier verschoben und nimmt eine Richtung von Südwest nach Nordost an, wodurch sich das weite Vorspringen des Muschelkalkes am Hohljoch erklärt.

Ebenso wie diese Verwerfung quer zur Gruppe des Gamsjoches gestellt ist, verläuft auch die ihr korrespondierende nördliche Verwerfungslinie zwischen Rofskopf und Gamsjoch nicht von West nach Ost, sondern von Südwest nach Nordost, wodurch der Untere Muschelkalk an der Hagelhütte seitlich neben den Wettersteinkalk und die Raibler Schichten des Rofskopfes gelagert erscheint.

Dieser Muschelkalk-Komplex hat gegen das Engthal zu bedeutende Ausdehnung. Gegen Westen reicht er vom Engthal aus in dreieckigem Zwickel hinein zwischen unteren Rofskopf und Gamsjoch und noch hinüber über den Grat zwischen beiden gegen das Laliderertbal. Zahlreiche Wasserrisse haben sich in den Untern Muschelkalk eingenagt, dessen vielfach denudierte und ausgewaschene Schichten hiedurch ein zerfressenes Ansehen gewinnen und sich schon aus beträchtlicher Entfernung von dem in geschlossener Mauer ansteigenden Wettersteinkalk des Gamsjoches und des unteren Rofskopfes scharf abheben.

Die Schichten des Unteren Muschelkalkes haben starke Biegungen und viele Brüche und Risse erfahren; im allgemeinen ist das Streichen derselben ein ost-westliches bei flachem Einfallen nach Süden. Diese Schichten grenzen also in discordanter Lagerung an den Wettersteinkalk des Rofskopfes sowohl, wie den des Gamsjoches.

Wir haben also zwischen Gamsjoch und Rofskopf eine Scholle Unteren Muschelkalkes, welche durch Hebung auf das Niveau, welches sie jetzt einnimmt, gebracht wurde. Die Bruchlinie, an welcher dies vor sich ging, erstreckt sich nach Westen hinüber ins Laliderertbal, das sie in der Gegend von Gumpen-Niederleger erreicht und steht dann jedenfalls mit der Verwerfung an der Erzklamm im Zusammenhang.

Verfolgen wir diese Linie noch weiter nach Westen, so finden wir, dafs sie sich von hier hinauf gegen Johannesthal-Hochleger und hinüber an die Thorwände und ins hintere Ronthal erstreckt.

Hier hat sich an ihr dieselbe Erscheinung, nur in viel deutlicherer Weise, als zwischen Gamsjoch und Rofskopf vollzogen. Wir finden nämlich auch hier zwischen dem Wettersteinkalk der Wände hinten im Ronthal Unteren

Muschelkalk, allerdings nur in schmalem Bande, eingelagert. Von hier setzt die Bruchlinie weiter nach Westen fort und läfst sich, ebenso wie jene am Ladizkopf, bis in die Gegend von Mittenwald verfolgen.

Um die Analogien mit den Verhältnissen am Gamsjoch zur Anschauung zu bringen, habe ich auf Tafel II, Fig. 1 ein Profil gegeben, das Verhältnisse westlich von unserem Gebiete zur Darstellung bringt. Wie aus ihm ersichtlich ist, tritt hier zwischen Wangspitze und Steinkarspitze Unterer Muschelkalk in ganz derselben Weise zu tage, wie zwischen Gamsjoch und Rofskopf. Von der Steinkarspitze gegen den Fermansbach haben wir dann den südlichen Flügel der überkippten Faltenmulde.

Auch die Verwerfung, auf welcher die Juraschichten zum Einbruch gelangten, finden wir südlich der Oedkarspitze wieder, also hart am Fufse der Birkkarkette, wie am Spielistjoch (Tafel II, Fig. 2) und am Hohljoch (Tafel II, Fig. 3).

Wollen wir uns zum Schlufs ein Bild entwerfen von der Art der Entstehung des geologischen Aufbaues, wie er uns jetzt vorliegt, so liefse sich dies in folgender Weise erklären.

Die ursprünglich zusammenhängende Decke, welche aus Ablagerungen von Muschelkalk bis zum Neocom gebildet war, wurde durch einen von Norden und Süden wirkenden Druck in ihrer Lagerung verändert. Während sich im Süden grofse Längsketten (Birkkarkette) ausbildeten, dadurch, dafs sich die abgetrennten Schollen im Norden emporhoben, dagegen im Süden senkten, kam es in dem ganzen vorgelagerten nördlichen Gebiet zu einer grofsartigen Faltenbildung, an der die Formationen vom Muschelkalk bis zum Neocom teilnahmen. Hand in Hand mit diesen Dislokationen kam es auf der Bruchlinie selbst zu verschiedenartigen Einstürzen und Abbrüchen, welche — so zu sagen — die klaffende Falte zwischen dem südlichen und nördlichen Gebiet ausfüllten und durch ihre geschützte Lage der Erosion erfolgreichen Widerstand zu leisten vermochten.

Schlussbemerkung.

War das von mir bearbeitete Gebiet für paläontologische Untersuchungen wegen der Seltenheit und des schlechten Erhaltungszustandes der Versteinerungen auch wenig günstig und hat in dieser Beziehung, mit Ausnahme der Gastropoden aus den Plattenkalken, nichts Neues ergeben, so war es doch von Wichtigkeit, dafs sich die charakteristischen Horizonte in den einzelnen Formationen feststellen liefsen.

Welch' grofsen Wert aber genaue kartographische Aufnahmen gerade in den Alpen für das richtige Verständnis der Bildung des Gebirges haben, möge daraus hervorgehen, dafs die in vorliegender Arbeit niedergelegten Resultate in vielen Beziehungen von der Auffassung früherer Beobachter abweichen. Diese Arbeiten umfafsten meist so grofse Gebiete, dafs es notwendiger Weise an der Zeit fehlte, das ganze Gebiet systematisch zu begehen. Dies ist aber bei dem häufigen und oft unvermittelten Wechsel der Formationen, wie ihrer Lagerungsverhältnisse notwendig, wenn nicht der Spekulation ein allzu grofser Einflufs zur Erklärung des Aufbaues des Gebirges eingeräumt werden soll.

So interessant und geistreich auch die in den Karten und Profilen von C. W. v. Gümbel, v. Richthofen und Neumayr niedergelegten Auffassungen sind, so haben doch die Spezialaufnahmen in diesem kleinen Gebiet eine Reihe neuer sicherer Thatsachen ergeben, welche nicht nur für das Verständnis des Baues des Karwendels, sondern überhaupt der nördlichen Kalkalpen von Interesse sein dürften.

Erklärung der Tafel I.

Fig. 1—10. *Naticopsis (Trachydomia) ornata n. sp.* in natürl. Gröfse, aus den Plattenkalken des Soiern und Scharfreiter.

Fig. 1. 2. 5. Steinkerne. Fig. 5 zeigt einen eigentümlichen zapfenartigen Fortsatz, der an vielen Exemplaren zu beobachten ist.

Fig. 3a u. b. Durchschnitte und zwar a, von der Seite, b von unten gesehen. Hier sind auch die beiden auf der Spindel befindlichen Furchen sichtbar.

Fig. 6 zeigt die erhabenen Linien auf den Anschwellungen nahe der Mündung.

Fig. 7. 8. 9 u. 10 zeigen ein und dasselbe Exemplar von verschiedenen Seiten; 7 u. 10 von der Seite, 8 von oben, 9 von unten.

Fig. 11a u. b. *Rissoa (Holopella) alpina* GÜMB. in doppelter resp. dreifacher Vergröfserung, aus den Plattenkalken von Hinterrifs.

Fig. 12. *Turritella Zitteli n. sp.* in doppelter Vergröfserung; aus den Plattenkalken von Hinterrifs.

Fig. 13. *Solarium sp.* in dreifacher Vergröfserung; aus den Plattenkalken von Hinterrifs.

Profile.

Zeichenerklärung: UMK = Unterer Muschelkalk. OMK = Oberer Muschelkalk. WK = Wettersteinkalk. R = Raibler Schichten. Hd. = Hauptdolomit. P = Plattenkalke. K. = Kössener Schichten. L = Lias. J = Jura. N = Neocom.

Fig. 1. Profil vom Rifsthal über den Scharfreiter zur Isar. Mafsstab 1 : 100000. Höhen und Längen im gleichen Verhältnis.

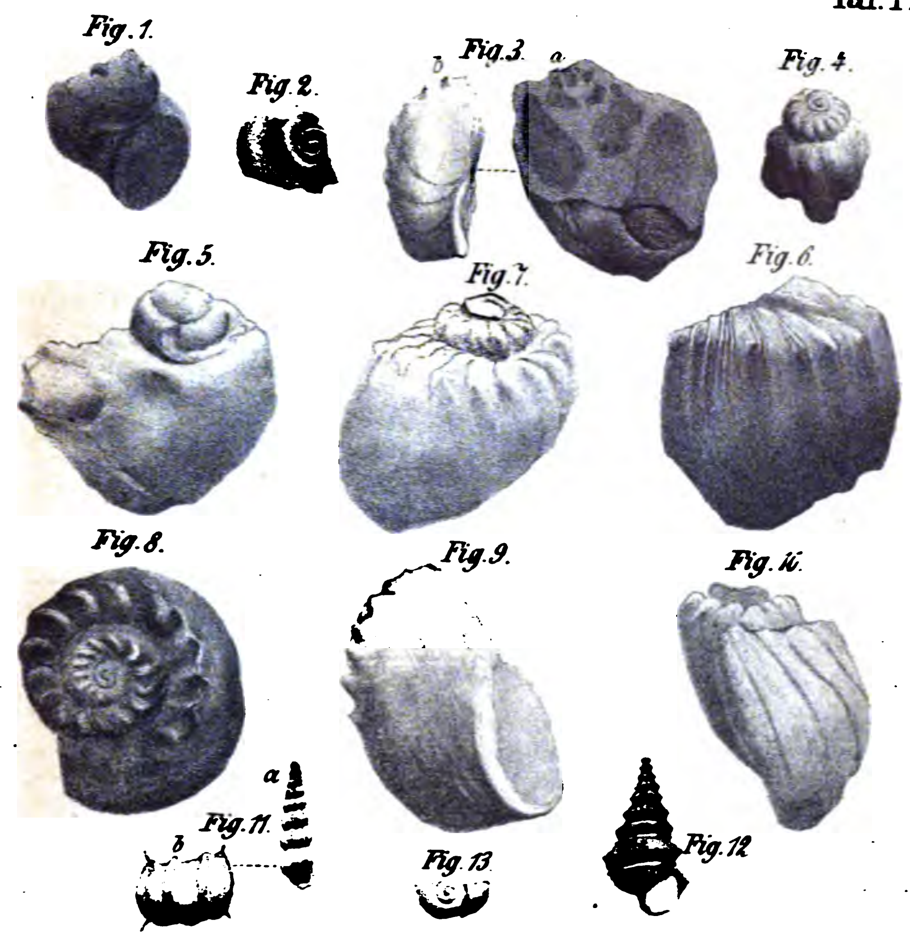
Fig. 2. Profil am Telps-See. Mafsstab circa 1 : 15000.

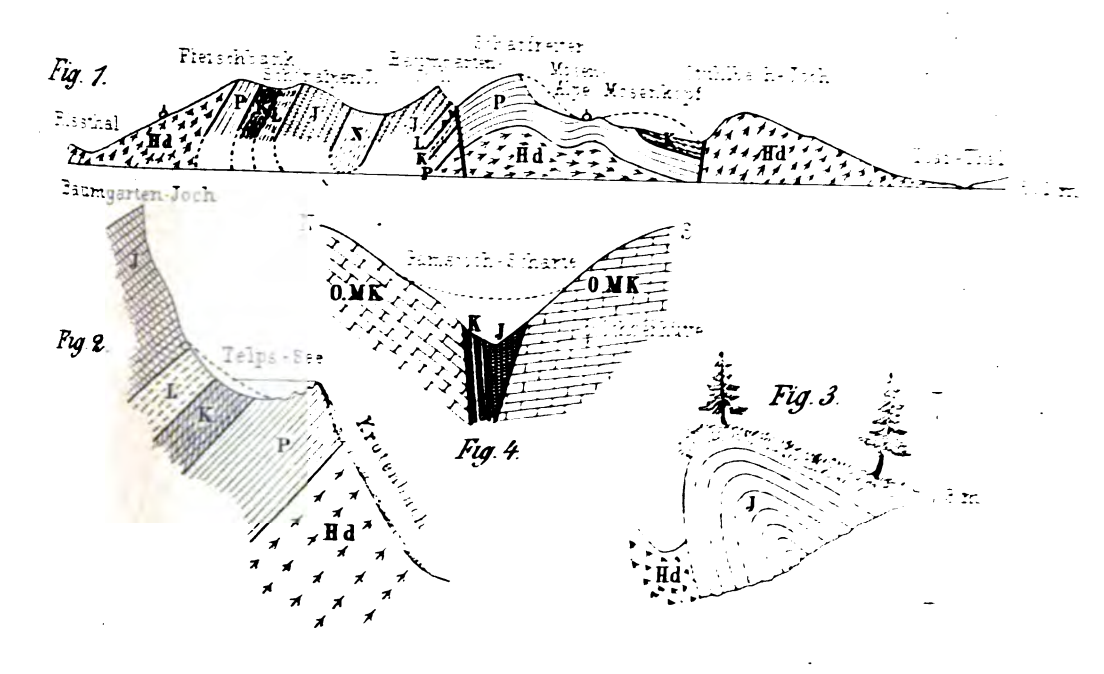
Fig. 3. Schichtenbiegung der Jurakalke am oberen Leckbach an der Verwerfung gegen Hauptdolomit.

Die Gröfsenverhältnisse sind aus der beigesetzten Linie ersichtlich.

Fig. 4. Profil westlich der Gamsjochscharte zwischen Gamsjoch und Gamsjöchel, um die Einklemmung von Jura und Kössener Schichten zu zeigen (cf. Tafel II, Fig. 3). Mafsstab circa 1 : 12000.

Taf. I.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
a
b
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
a
b
Fig. 11.
Fig. 13.
Fig. 12.


Fig. 1.
P
L
J
Hd
Hd
Hd
Baumgarten-Joch
Fig. 2.
Telps-See
J
L
K
P
Hd
O.MK
O.MK
K
J
Fig. 4.
Fig. 3.
J
Hd

Erklärung der Tafel II.

Zeichenerklärung wie bei Tafel I.

Parallele Profile von der Birkkarkette nach Norden zum Fermansbach beziehw. bis zum Rifsthal. Mafsstab 1 : 50000. Höhen und Längen in gleichem Verhältnis.

Fig. 1. Profil von der Oedkarspitze zum Fermansbach durch den südlichen Flügel der Faltungsmulde.

Vor der Birkkarkette, an der Hochalpe: Einbruch von Jura-Schichten.

Fig. 2. Profil von der Sonnenspitz zur Rifs. Die Schichten von der Steinspitze nach Norden gehören ins Gebiet der Faltungsmulde, südlich von ihr bis zur Birkkarkette: die Einbruchgebiete.

Fig. 3. Profil von der Dreizinkenspitz zur Rifs. Am Gamsjöchel Einbruch von Jura, Lias und Kössener Schichten. Nördlich hievon Teile der Faltungsmulde. Zwischen Gamsjoch und Rofskopf: Unterer Muschelkalk, analog wie auf Tafel II, Fig. 1 zwischen Wangspitz und Steinkarspitz.

Taf. II.

Fig. 1.

Gedkarspitze
Schlauchkar
Hochalpe
Wangspitz
Steinkarsp.
Wechselschneid
Rappenspitz
Hochalpe
Fermansbach
WK
J
UMK
OMK
WK
UMK
WK
R
Hd
P
N
J
L
K
900 m.

Fig. 2

Sonnenspitz
Spielist-Joch
Ladiskopf
Mahnkopf
Steinspitz
Oestl-Falke
Blau-Steig-kar
Falken-Kar
Rissthal
WK
O.MK
J
L
K
P
U.MK
WK
O.MK
O.MK
WK
R
Hd
L a l i d e r e r - T h a l.
1000 m

Fig. 3.

Dreizinkenspitz.
Hohl-Joch
Gamsjöchl
Gamsjoch
Rosskopf
Rissthal
WK
O.MK
O.MK
J
L
K
J
O.MK
WK
UMK
WK
R
Hd
E n g - T h a l.
1000 m